

Table des matières.

	Numéro des articles
Définitions	1
A. ACCOUPLEMENTS ENTRE MO- TEUR ET TRANSMISSION.	
I. Généralités	2
II. Arbres à joints de cardan.	
Principe	3
Utilisation	4
Description	5
III. Arbres à accouplements élasti- ques	6
a) Accouplements Hardy	7
b) » Voith	8
c) » Holset et Pirelli	9
IV. Le coupleur hydraulique.	
Utilisation	10
Description	11
Fonctionnement	12
Propriétés fondamentales	13
B. LES TRANSMISSIONS MECANI- QUES.	
I. Utilisation	14
II. Principaux organes constitutifs	15
III. L'embrayage.	
Rôle	16
Description et fonctionnement de l'embrayage Brossel	17

Livret hlt

10. IV.

Table des matières.

Page 2.

	Numéro des articles
IV. La boîte de vitesses.	
Généralités	18
Boîte à pignons baladeurs	19
Boîtes à engrenages toujours en prise	20
V. L'inverseur de marche.	
Généralités	21
Inverseur à pignons coniques ...	22
Inverseur à engrenages droits et pignon baladeur	23
Inverseur à engrenages droits et manchon d'embrayage	24
VI. Le dispositif de liaison aux essieux moteurs.	
Généralités	25
Pont d'essieu à vis sans fin	26
Pont d'essieu à engrenages coniques	27
Barres de réaction	28
VII. Le différentiel	29
VIII. Les commandes à distance.	
Généralités	30
Commandes à distance mécaniques	31
Commandes à distance électropneumatiques	32
IX. Disposition d'ensemble des transmissions mécaniques.	
Transmission mécanique Brossel des autorails types 553-554 ...	33
Transmission mécanique SLM Winterthur des autorails types 608-620	34
X. Diagrammes caractéristiques de la transmission mécanique	35

	Numéro des articles
C. LES TRANSMISSIONS HYDRAULIQUES.	
I. Utilisation	36
II. Principaux organes constitutifs.	37 à 41
III. Le convertisseur de couple hydraulique.	
Principe	42
Propriétés fondamentales	43 à 45
Fonctionnement à charge partielle	46
Différents types de convertisseurs	47 à 49
IV. Le coupleur hydraulique	50
V. Constitution des transmissions hydrauliques.	
Généralités	51
Circuits hydrauliques multiples.	52
Convertisseur associé à une prise directe	53
VI. La transmission SEM type GTC 4.	
Constitution générale	54
Les circuits hydrauliques principaux	55
L'inverseur de marche	56
Dispositif d'attaque des essieux.	57
Commande à distance	58
VII. La transmission Voith L 37 ou L 37 Z.	
Constitution générale	59
La boîte hydraulique	60
L'inverseur-réducteur	61
Commandes à distance	62

Livret hlt

10. IV.

Table des matières.

Page 4.

D. LES TRANSMISSIONS ELECTRIQUES.

	Numéro des articles
I. Utilisation	63
II. Principaux organes constitutifs.	64
La génératrice principale	65
Les moteurs de traction	66
Les circuits haute tension	67
Les circuits basse tension	68
L'appareillage électrique	69
L'équipement de régulation	70
Les ventilateurs	71
Les appareils de mesure	72
L'excitatrice	73
III. Principes fondamentaux de fonctionnement.	
Fonctionnement théorique à pleine charge	74
Caractéristique de la génératrice principale	75
Couplage des moteurs de traction	76
Changement de couplage	77
Le shuntage	78
Utilisation du changement de couplage et du shuntage	79
Remarque	80
Inversion du sens de marche ...	81
Fonctionnement à charge partielle	82
Rendement de la transmission électrique	83

	Numéro des articles
IV. Opérations annexes.	
Lancement du moteur Diesel ...	84
Elimination d'un moteur de traction	85
Appareils de contrôle et de protection	86
Freinage rhéostatique	87
V. Commande en unités multiples.	
Généralités	88
Cas des autorails à deux groupes moteurs	89
Cas des locomotives à un seul groupe moteur	90
VI. Description des principaux systèmes.	
Principes généraux	91
La transmission ACEC — Westinghouse	92
La transmission EMD (locomotives types 202-203-204)	93

CHAPITRE IV.

LA TRANSMISSION.

1

On donne le nom de **transmission** à l'ensemble des organes qui sont insérés entre le moteur Diesel et le ou les trains de roues moteurs, et qui servent à transmettre à ces derniers la puissance développée sur l'arbre du moteur Diesel.

Les raisons pour lesquelles il est indispensable de munir les autorails et locomotives Diesel d'un système de transmission ont été exposées au chap. II, art. 6.

Rappelons que la transmission doit assurer les trois fonctions suivantes :

1. Transformer la puissance à la sortie du moteur Diesel qui, si l'on considère le régime de pleine charge, est le produit d'un couple constant par une vitesse constante, en puissance utilisable aux essieux, de façon à exercer sur le véhicule un effort de traction élevé au démarrage et aux faibles vitesses de marche, et allant ensuite en décroissant au fur et à mesure que cette vitesse augmente. Abstraction faite des variations de rendement de la transmission, on utilisera à tout moment complètement la puissance du Diesel si l'effort de traction obéit à la loi :

effort de traction \times vitesse de marche = constante.

Cette condition idéale est remplie de façon plus ou moins complète selon le système de transmission;

2. Permettre d'isoler le moteur Diesel des essieux-moteurs de façon à ce que celui-ci puisse continuer de tourner au ralenti pendant les arrêts du véhicule;
3. Réaliser l'inversion du sens de marche du véhicule tout en conservant le sens de rotation du moteur Diesel, qui est uniforme.

Livret hlt

10. IV.

Page 2.

Les transmissions en usage sur les autorails et locomotives Diesel se classent en trois grandes catégories, à savoir :

- a) les transmissions **mécaniques**;
- b) les transmissions **hydrauliques**;
- c) les transmissions **électriques**.

Certaines transmissions, qui utilisent simultanément les principes mis en œuvre dans les transmissions hydrauliques et mécaniques, sont appelées **hydromécaniques**; elles sont décrites dans la partie (C) de ce chapitre, en même temps que les transmissions hydrauliques.

Préalablement à l'étude des différents types de transmission, la première partie (A) de ce chapitre est consacrée aux différents systèmes d'accouplement du moteur Diesel à la transmission.

A. ACCOUPLEMENTS ENTRE MOTEUR ET TRANSMISSION.

I. GENERALITES.

- 2 Dans les **locomotives Diesel électriques**, l'arbre de l'induit de la génératrice principale est relié directement, par un accouplement quelque peu flexible, à l'arbre du moteur Diesel. L'autre extrémité de cet arbre d'induit est supportée dans un seul palier du côté opposé à l'accouplement.

Eventuellement, ce palier est monté sur un prolongement du soubassement du moteur Diesel (cas des locomotives type 201 Cockerill). Le groupe Diesel génératrice, dit aussi groupe électrogène, peut alors être enlevé de la locomotive d'une seule pièce.

Dans les **locomotives Diesel hydrauliques** ainsi que dans les **autorails** en général, la boîte de vitesses — la boîte hydraulique — ou même, le cas échéant, la génératrice principale — est reliée au moteur Diesel par un arbre d'accouplement. Le rôle de cet arbre d'accouple-

ment consiste, non seulement à transmettre purement le couple du moteur Diesel, mais encore à racheter les imperfections de montage, telles que défauts d'alignement, et les mouvements relatifs entre le moteur et la boîte (ou la génératrice). Il sert aussi à éviter que les vibrations entre moteur et transmission ne donnent lieu à des effets de résonnance nuisibles.

On distingue principalement :

- 1) les arbres à joints de cardan;
- 2) les arbres à accouplements élastiques.

II. ARBRES A JOINTS DE CARDAN.

3 Principe.

Un joint de cardan permet d'entraîner un arbre (II) au moyen d'un autre (I) qui fait avec le premier un certain angle, variable à volonté (fig. 1).

En principe, il comprend une pièce centrale, appelée croisillon; chaque branche du croisillon présente à ses extrémités deux tourillons, sur lesquels s'articule une pièce en forme de fourche formant l'extrémité de chacun des arbres I et II. Les axes des deux arbres se rencontrent au centre du croisillon.

Les joints de cardan présentent la propriété ci-après : lorsque l'arbre menant (I) tourne à une vitesse de rotation uniforme, la vitesse de rotation de l'arbre mené (II) n'est pas uniforme, c'est-à-dire que celui-ci, quoiqu'effectuant rigoureusement le même nombre de tours par minute que l'arbre menant, tourne par saccades; le mouvement est d'autant plus irrégulier que l'angle d'inclinaison est plus grand.

Pour remédier à cet inconvénient, les arbres à joints de cardan, appelés simplement **arbres à cardans**, comprennent généralement deux cardans C1 et C2, réunis par un arbre intermédiaire tubulaire (fig. 2). Cet arbre comporte le plus souvent un joint coulissant à cannelures T, permettant d'absorber les variations de longueur; il est dit alors arbre **télescopique**. La disposition à 2 cardans évite toute irrégularité dans la transmission du mouve-

Livret hlt

10. IV.

Page 4.

ment à condition que l'angle des 2 joints soit le même, c'est-à-dire que l'arbre menant et l'arbre mené soient parallèles (fig. 3), ou bien qu'ils convergent à hauteur du milieu de l'arbre intermédiaire (fig. 2); en outre, il faut, au montage de l'arbre intermédiaire, veiller à ce que la position relative des mâchoires à ses 2 extrémités soit respectée.

4 Utilisation.

Ce n'est qu'exceptionnellement que les arbres à cardans sont employés comme arbres d'accouplement entre moteur et transmission, soit que, à défaut de place disponible, les arbres de commande n'aient pu être placés dans le même alignement, soit que la boîte de vitesse ait dû être placée à une certaine distance du moteur Diesel par exemple dans le cas des autorails Brossel à bogies types 553-554.

Cependant, les arbres à cardans sont très employés dans les transmissions mécaniques ou hydrauliques pour la liaison entre la boîte et les essieux moteurs du véhicule qu'elle doit entraîner.

Ils sont aussi fréquemment utilisés pour la commande de certains auxiliaires, par exemple les ventilateurs des radiateurs à eau, le compresseur, etc.

5 Description.

Au point de vue constructif, les joints de cardan peuvent présenter différentes dispositions.

Les plus utilisés sont les cardans à aiguilles ou à rouleaux (type Spicer-Glaenzer) (fig. 4). Un tel cardan se compose d'un croisillon à 4 tourillons et de deux mâchoires portant chacune deux coussinets à aiguilles ou à rouleaux; ce type de joint possède un très bon rendement (réduction des pertes par frottement) et la durée d'utilisation du lubrifiant est plus longue.

Sur certains autorails de modèle ancien (types 608 et 620) on rencontre cependant encore des cardans à coussinets lisses.

III. ARBRES A ACCOUPLEMENTS ELASTIQUES.

- 6 Le plus généralement, l'arbre de commande de la boîte de vitesses de la boîte hydraulique ou de la génératrice principale se trouve dans le même alignement que celui du moteur Diesel et les deux organes sont relativement très rapprochés l'un de l'autre.

Dans ce cas, il est fait usage, entre l'arbre du moteur et celui de la boîte (ou de la génératrice) d'un accouplement élastique. Les accouplements élastiques les plus utilisés sont décrits ci-après.

7 a) **Accouplement Hardy (fig. 5).**

Le système complet d'accouplement est constitué d'un arbre (2) raccordé par l'intermédiaire d'accouplements élastiques d'une part, à l'arbre (1) du moteur, d'autre part à l'arbre primaire (3) de la boîte ou à l'arbre de la génératrice.

Chaque accouplement élastique comporte :

- deux étoiles à quatre branches : (4) et (6) côté moteur, (5) et (7) côté boîte de vitesses; les branches de chacune d'elles étant décalées de 45° par rapport aux branches de l'étoile correspondantes;
- des disques élastiques : (8) côté moteur, (9) côté boîte de vitesses, disposés entre les étoiles; ces disques peuvent être en **tissus** ou en **caoutchouc**;
- des boulons d'assemblage : (b1), (b2) côté moteur, (b3), (b4) côté boîte de vitesses; des disques élastiques aux branches des étoiles.

Dans la plupart des arbres d'accouplements l'étoile d'accouplement (5) côté boîte de vitesses est rendue solidaire de l'arbre d'accouplement (2) par un assemblage télescopique à rainures et mortaises. Dans ce cas un soufflet de protection (10) avec collier de serrage (11) est prévu. L'accouplement Hardy est surtout utilisé sur des auto-rails.

Livret hlt

10. IV.

Page 6.

8 b) Accouplement Voith.

L'accouplement Voith est de construction semblable à l'accouplement Hardy, mais le disque en caoutchouc est remplacé par un empilage de rondelles en acier de 1 mm d'épaisseur.

Pour le même couple à transmettre, cet accouplement est moins encombrant que l'accouplement Hardy. C'est pourquoi on l'utilise sur les locomotives Diesel hydrauliques de manœuvre, où les moteurs sont plus lents et plus puissants.

9 c) Accouplements Holset et Pirelli.

Dans ces accouplements, le couple est transmis par l'intermédiaire de blocs en caoutchouc maintenus dans des logements pratiqués dans les plateaux d'accouplement.

Dans l'accouplement Holset, les blocs en caoutchouc sont cylindriques (fig. 6); dans l'accouplement Pirelli, ils ont une forme trapézoïdale.

Ces deux types d'accouplements sont également utilisés sur certaines locomotives Diesel hydrauliques de manœuvre.

IV. LE COUPLEUR HYDRAULIQUE.

10 Utilisation.

Dans certains autorails à transmission mécanique (types 608 et 620), un coupleur hydraulique est inséré entre le moteur Diesel et la boîte de vitesses. Ce genre d'accouplement forme un embrayage élastique qui protège le moteur et la boîte de vitesses contre les chocs nuisibles à leur bonne conservation. Il est monté en bout d'arbre du moteur Diesel, en amont de l'arbre de liaison à la boîte de vitesses, qui est à accouplements élastiques.

D'autre part, le coupleur hydraulique est également utilisé comme élément constitutif dans certaines transmissions hydrauliques.

11 Description.

Le coupleur hydraulique comprend essentiellement (fig. 7 et 8) :

- la **roue-pompe** (A), ou roue primaire, boulonnée directement sur le volant du moteur Diesel;
- la **roue-turbine** (B), ou roue secondaire, calée en bout de l'arbre secondaire, lequel est relié par l'autre extrémité à l'étoile d'entraînement de l'arbre d'accouplement à la boîte de vitesses.

La roue-pompe et la roue-turbine sont toutes deux munies d'aubes plates disposées radialement, formant entre elles une série de cavités (a) et (b).

Le carter (K) est boulonné sur la roue-pompe et entoure la roue-turbine. L'ensemble est rempli jusqu'à un certain niveau (environ les deux tiers de la hauteur) d'huile minérale légère (huile fluide); à cet effet, un bouchon de remplissage (c) est prévu dans le carter.

12 Fonctionnement.

Quand la roue-pompe est entraînée par le Diesel, le liquide contenu dans ses cavités est projeté vers l'extérieur sous l'action de la force centrifuge; il entre dans les cavités de la roue-turbine par l'extérieur, forçant le liquide situé à la partie supérieure de ces mêmes cavités à se déplacer et à pénétrer à nouveau dans la roue-pompe à la partie inférieure des cavités. Ainsi s'établit la circulation du liquide à l'intérieur du coupleur dans le sens indiqué par les flèches.

En même temps, le liquide est entraîné en rotation par la roue-pompe; dans ce mouvement, sa vitesse augmente au fur et à mesure qu'il s'écarte de l'axe. Le passage dans la pompe communique ainsi au liquide une certaine augmentation de sa vitesse, et, par conséquent, de son énergie cinétique. L'énergie nécessaire pour vaincre la résistance au mouvement de la pompe est empruntée au moteur Diesel.

Livret hlt

10. IV.

Page 8.

Dans la turbine, le phénomène inverse se produit; le liquide ralentit son mouvement en exerçant une pression sur les arbres; autrement dit, il reprend de l'énergie cinétique qui est transformée en énergie mécanique sur l'arbre de sortie.

La turbine est ainsi mise en rotation et accélère progressivement son mouvement en entraînant le véhicule. Le coupleur hydraulique ne continue cependant à transmettre le couple du moteur Diesel que si la vitesse de la turbine reste quelque peu inférieure à celle de la pompe; en effet, ce n'est qu'à cette condition que la circulation du liquide entre les deux éléments se maintient, la force centrifuge exercée sur le liquide par la pompe étant un peu plus élevée que celle exercée par la turbine.

13 Propriétés fondamentales.

On appelle **glissement** du coupleur cette différence de vitesse entre les roues primaire et secondaire, exprimée en % de la vitesse de rotation du primaire :

$$g = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \times 100.$$

Le coupleur est dimensionné de telle façon que pour la pleine puissance et la vitesse nominale du Diesel le glissement soit de l'ordre de 2 % à 3 %. Le glissement diminue si le couple à transmettre est moins élevé et il augmente si la vitesse diminue. Mais il reste toujours faible dans les conditions normales de marche.

D'autre part, le coupleur hydraulique n'est pas un mécanisme transformateur de couple. Il transmet au secondaire (entrée de la boîte de vitesses) un couple toujours égal au couple primaire (couple développé par le moteur Diesel). Mais il permet, lors du démarrage ou du passage des vitesses dans la boîte, d'absorber progressivement, sans chocs ni intervention d'organes sujets à frottement ou usure, les différences de vitesse entre le primaire et le secondaire.

On peut montrer aisément que le rendement du coupleur hydraulique, c'est-à-dire le rapport entre la puissance transmise au secondaire et la puissance communiquée au primaire par le Diesel, est inversement proportionnel au glissement :

$$r = 100 - g (\%).$$

En marche normale avec un glissement de 3 % par exemple, le rendement sera donc de $100 - 3 = 97 \%$.

La puissance perdue se transforme en chaleur communiquée à l'huile contenue dans l'accouplement. Ce dégagement de chaleur n'est donc important que lorsque le coupleur fonctionne avec un fort glissement, par exemple, lors du démarrage de l'autorail.

Aussi le fonctionnement à un tel régime ne peut-il être que de courte durée.

Par exemple, exercer l'effort de traction alors que le frein est resté serré entraîne, par suite du glissement trop accentué, un échauffement anormal de l'huile du coupleur.

B. LES TRANSMISSIONS MECANIQUES.

I. UTILISATION.

- 14 Les transmissions mécaniques ne sont en usage que sur les autorails. Dans le matériel de la S.N.C.B., on rencontre trois types de transmissions appelées du nom du constructeur de la boîte de vitesses :

- la transmission **Brossel** autorails types 551-552 : 125 ch et types 553-554 : 165 ch;
- la transmission **Maybach** autorails type 601 : 175 ch;
- la transmission **SLM Winterthur** autorails type 608 : 370 ch et 620 : 2×370 ch.

II. PRINCIPAUX ORGANES CONSTITUTIFS.

- 15 Toute transmission mécanique comprend essentiellement la succession d'organes principaux suivants, disposés entre le moteur Diesel et le ou les trains de roues moteurs :

- l'embrayage;

Livret hlt

10. IV.

Page 10.

- la boîte de vitesses;
- l'inverseur de marche;
- le dispositif d'attaque des essieux moteurs.

Dans certaines transmissions (Maybach et SLM Winterthur), l'embrayage ne forme pas un organe distinct de la boîte de vitesses, cette dernière comportant un embrayage propre pour chaque combinaison de vitesses, dit embrayage individuel.

La transmission mécanique peut également comporter certains organes supplémentaires, soit :

- un différentiel (transmission Brossel);
- un coupleur hydraulique inséré entre le Diesel et la boîte de vitesses (transmission SLM Winterthur).

Enfin, la transmission est toujours munie de commandes à distance pour les différents organes à manœuvrer.

III. L'EMBRAYAGE.

16 Rôle.

L'embrayage permet d'une part, de laisser tourner le moteur sans entraîner les essieux, d'autre part, le moment venu de relier sans heurts le moteur en mouvement aux essieux arrêtés.

Il est constitué par un accouplement à action progressive reliant l'arbre du moteur et la boîte de vitesses, permettant à l'instant du démarrage, un certain glissement, c'est-à-dire un certain décalage entre la vitesse de rotation du moteur et celle de la transmission.

En effet, au moment du démarrage, il s'agit d'établir une liaison entre une masse partant du repos (masse de l'autorail entier) et un moteur Diesel tournant à une vitesse au moins égale à la vitesse d'allumage. Si le glissement ne pouvait avoir lieu, le démarrage du véhicule se produirait brusquement avec choc et le moteur risquerait de s'arrêter par calage ou en ralentissant en-dessous de la vitesse d'allumage. De plus, l'embrayage permet le découplage du moteur pour le passage d'un étage de vitesse à un autre.

17 Description et fonctionnement de l'embrayage Brossel.

On ne rencontre l'embrayage en tant qu'organe séparé de la boîte de vitesses que dans la transmission mécanique Brossel.

Cet embrayage est du type à double disque analogue à ceux équipant des véhicules routiers lourds (fig. 9).

Il comporte deux disques en acier (1) revêtus sur leurs deux faces de garnitures annulaires en matière à haut coefficient de frottement (à base d'amiante), et fixés à un manchon (2) coulissant sur des cannelures ménagées dans l'arbre de commande (3) de la boîte de vitesses.

Normalement, ces disques sont fortement pressés par des plateaux de pression (4) et (5) en fonte contre la paroi du volant (\bar{V}) du moteur par un fort ressort (R), ce ressort agit sur les plateaux de pression par l'intermédiaire de la butée à billes, de la bague de débrayage (6) des ergots (7) et des doigts de pression (8). C'est la position « **embrayé** » dans laquelle l'arbre de commande de la boîte de vitesses est donc rendu solidaire de l'arbre du moteur.

Pour **débrayer**, c'est-à-dire pour désolidariser ces deux arbres, le ressort (R) doit être comprimé à l'aide d'une fourchette agissant sur la butée d'embrayage, et commandée par une pédale de débrayage au poste de conduite, par l'intermédiaire d'un jeu de tringles. Ainsi, les plateaux de pression s'écartent sous l'action de petits ressorts de rappel (9) et les disques sont libérés.

IV. LA BOITE DE VITESSES.

18 Généralités.

La boîte de vitesses est l'organe dans lequel s'opère le « **changement de vitesse** », c'est-à-dire une démultiplication variable de la vitesse de rotation du moteur, accompagnée d'une surmultiplication correspondante du couple du moteur.

Livret hlt

10. IV.

Page 12.

En principe, elle est constituée par un mécanisme comprenant une série de trains d'engrenages, offrant des rapports de démultiplication différents.

A chaque démultiplication correspond une « vitesse » différente. Les boîtes de vitesses sont généralement à 4 ou 5 vitesses.

Pour mettre le véhicule en marche, le moteur étant déjà lancé, on commence par utiliser la démultiplication la plus forte (1^{re} vitesse). Lorsque le véhicule a atteint une certaine vitesse de marche, on abandonne cette première démultiplication et on utilise à sa place la seconde (2^e vitesse) et ainsi de suite jusqu'à l'obtention du plus petit rapport (généralement la 4^e ou 5^e vitesse), encore appelé **prise directe**.

Les vitesses inférieures sont également utilisées, le cas échéant, pour gravir les rampes que la puissance du moteur ne permet pas de franchir en prise directe.

Enfin, la boîte permet également de laisser tourner le moteur, à l'arrêt du véhicule, le moteur étant embrayé; la boîte de vitesses est dite alors « **au point mort** ».

Les boîtes de vitesses se classent en deux catégories :

a) le type « à pignons baladeurs » (cas de la transmission Brossel);

b) le type « à engrenages toujours en prise et embrayages individuels » (cas des transmissions SLM Winterthur et Maybach).

19 Boîte de vitesses « à pignons baladeurs ».

Ce type de boîte est conçu d'après le principe des boîtes de vitesses utilisées dans la construction automobile. Il s'utilise en conjugaison avec un **seul embrayage** distinct, placé en amont de la boîte de vitesses (voir art. 15).

La boîte de vitesses utilisée dans la transmission mécanique Brossel est à 4 vitesses. Elle comporte essentiellement (fig. 10) :

— un arbre primaire (A), recevant son mouvement de rotation de l'arbre-villebrequin du moteur Diesel, par l'intermédiaire de l'embrayage;

- un arbre secondaire (B), qui transmet le mouvement démultiplié vers les essieux par l'intermédiaire de l'inverseur de marche;
- un arbre intermédiaire (C).

L'arbre primaire (A) et l'arbre secondaire (B) se trouvent dans le prolongement l'un de l'autre, mais ils peuvent tourner à des vitesses différentes.

La transmission de la puissance de l'un à l'autre de ces arbres se réalise à l'intervention de l'arbre intermédiaire (C), lequel reçoit son mouvement de rotation de l'arbre primaire (A) par l'intermédiaire de la paire d'engrenages toujours en prise (a) et (b).

Sur l'arbre secondaire (B) sont disposés les **pignons baladeurs** (I), (II), (III), lesquels peuvent coulisser sur cet arbre, mais sont entraînés avec lui dans son mouvement de rotation par des cannelures.

Sur l'arbre intermédiaire (C) sont clavetés les **pignons d'entraînement** (1), (2), (3).

Les schémas fig. 11 à 14 illustrent le fonctionnement de la boîte de vitesses.

En 1^{re} vitesse (fig. 11), les pignons 1-I sont engagés. La puissance motrice se transmet suivant a-b-1-I.

En 2^e vitesse (fig. 12), les pignons 2-II sont engagés. La puissance motrice se transmet suivant a-b-2-II.

En 3^e vitesse (fig. 13), les pignons 3-III sont engagés. La puissance motrice se transmet suivant a-b-3-III.

En 4^e vitesse (fig. 14), les pignons a et III sont rendus solidaires par des griffes disposées sur leurs faces latérales (dispositif de crabotage). La puissance se transmet alors directement de l'arbre primaire à l'arbre secondaire; c'est pourquoi cette 4^e vitesse est encore dénommée « **prise directe** ». A remarquer que l'arbre intermédiaire tourne à vide.

Le pignon (4) claveté à l'extrémité de l'arbre secondaire sert à l'entraînement de l'inverseur de marche.

Livret hlt

10. IV.

Page 14.

Le coulisement de chacun des pignons baladeurs sur l'arbre secondaire est commandé par fourchette engagée dans une rainure circulaire que comporte chaque baladeur. Chaque fourchette est fixée sur une tige longitudinale (S1 et S2). Le mouvement de ces tiges est commandé par un système de leviers et tringles de commande à partir des leviers de manœuvre de changement de vitesse placés à chacun des postes de conduite de l'autorail.

Un dispositif de verrouillage automatique empêche le déplacement intempestif des baladeurs lorsqu'un couple d'engrenages est en prise.

20 Boîte de vitesses à engrenages constamment en prise et embrayages individuels.

La transmission mécanique est d'autant plus délicate à établir que la puissance à transmettre est plus grande. Surtout pour les engins équipés de moteurs de plus forte puissance, il y a un intérêt primordial à faire usage de boîtes de vitesses dans lesquelles les pignons restent constamment en prise. Ce genre de boîte est plus robuste et plus souple que la boîte à pignons baladeurs et il est capable de transmettre des couples plus élevés. En outre, il permet l'utilisation d'engrenages à denture hélicoïdale, d'un fonctionnement beaucoup plus silencieux que les engrenages à denture droite.

Une telle boîte comporte (fig. 15) :

- un arbre primaire (A), entraîné directement par le moteur Diesel, et sur lequel sont clavetés des pignons moteurs (1), (2), (3) et (4) (pour une boîte à 4 vitesses).
- un arbre secondaire (B), transmettant l'effort démultiplié aux essieux moteurs, et sur lequel tournent folles les couronnes dentées (I), (II), (III) et (IV), qui restent constamment en prise respectivement avec les pignons moteurs (1), (2), (3) et (4).
- des embrayages individuels (E1), (E2), (E3) et (E4), permettant de rendre solidaire de l'arbre secondaire (B) respectivement chacune des couronnes dentées (I), (II), (III) et (IV).

On peut réaliser chacune des vitesses en rendant solidaire de l'arbre secondaire la couronne dentée correspondante, tandis que les autres continuent de tourner folles sur cet arbre.

Ce genre de boîte de vitesses ne comporte donc pas d'arbre intermédiaire.

L'embrayage distinct placé en amont de la boîte de vitesses est supprimé.

La boîte de vitesses **Maybach** (Autorails type 601) comporte 4 vitesses, dont les embrayages sont manœuvrés par de l'huile sous pression.

La boîte de vitesses **SLM Winterthur** (Autorails types 608 et 620) comporte 5 vitesses; les embrayages individuels présentent une disposition particulière en ce sens qu'ils sont logés à l'intérieur même des couronnes dentées montées sur l'arbre secondaire. Leur fonctionnement est le suivant (fig. 16 et 17).

Sur l'arbre secondaire (B) sont montés deux disques d'embrayage (d1), (d2) en bronze qui peuvent coulisser mais non tourner sur cet arbre.

Les flasques (f1), (f2) de la couronne dentée (I) sont montées folles sur les portées des disques d'embrayage (d1), (d2) mais ne peuvent prendre aucun mouvement dans le sens longitudinal. Ces flasques sont en acier.

Les surfaces internes des flasques (f1), (f2) de la couronne dentée (I) et les surfaces externes des disques d'embrayage (d1), (d2) présentent des cannelures circulaires dont la section droite offre la forme d'un V et qui sont disposées de façon à permettre leur entraînement.

Lors de l'embrayage (fig. 16), on admet de l'huile sous pression, via le canal (r) de l'arbre secondaire (B), dans la chambre (T1) entre les disques (d1) et (d2). Cette pression d'huile écarte l'un de l'autre les deux disques (d1) et (d2) et provoque l'embrayage de chacun d'eux avec les flasques (f1) et (f2) correspondantes de la couronne. L'arbre secondaire (B) est ainsi progressivement entraîné par le train d'engrenages correspondant.

Livret hlt

10. IV.

Page 16.

Lors du débrayage (fig. 17) on assure, via le même canal (r) l'évacuation de l'huile précédemment introduite dans l'espace (T1) entre les disques (d1) et (d2), de sorte que l'huile sous pression admise en permanence dans les chambres (T2), par le canal (s) dans l'arbre secondaire (B) provoque le rapprochement des disques (d1) et (d2) et, par suite, le débrayage.

V. L'INVERSEUR DE MARCHE.

21 Généralités.

L'inversion du sens de marche, dans les autorails à transmission mécanique, se réalise à l'aide de combinaisons d'engrenages.

Les inverseurs de marche utilisés dans les 3 types de transmission mécanique en usage à la S.N.C.B. sont de modèle différent, à savoir :

- a) l'inverseur à pignons coniques (Maybach) ;
- b) l'inverseur à engrenages droits et pignon baladeur (Brossel) ;
- c) l'inverseur à engrenages droits et manchon d'embrayage à griffes. (SLM Winterthur).

Tous trois sont inclus dans le même carter que la boîte de vitesses.

22 Inverseur à pignons coniques (fig. 18 à 20).

Ce type d'inverseur est constitué par un pignon conique (A) constamment en prise avec deux couronnes dentées (B et C) montées folles sur un arbre (D) (faux-essieu ou essieu moteur lui-même). Un manchon d'embrayage muni de griffes (dites encore crabots) sur ses faces latérales, manœuvré mécaniquement ou pneumatiquement, peut se déplacer sur l'arbre (D) portant les deux couronnes et rendre cet arbre solidaire de l'une ou de l'autre couronne (B) ou (C).

Pour une rotation de sens donné de l'arbre du pignon moteur (A), on obtient ainsi à volonté une rotation de l'arbre conduit (D) dans l'un ou l'autre sens. Dans la

fig. 19 la marche se fait dans un sens (AV). Dans la fig. 20 elle a lieu dans l'autre sens (AR), tandis que la position point mort est donnée par la fig. 18.

Dans les autorails type 601, cet inverseur entraîne un faux-essieu transversal, qui est relié par bielles aux trains de roues moteurs.

23 Inverseur à engrenages droits avec pignon baladeur.

Dans ce type d'inverseur, l'effort moteur est transmis à l'arbre conduit par des engrenages cylindriques.

— Pour un sens de marche, la transmission de l'effort s'effectue directement au moyen d'un train d'engrenages.

— Pour l'autre sens de marche, la transmission de l'effort s'effectue par l'intermédiaire de un ou plusieurs pignons de renvoi qui renversent le sens de rotation.

L'inversion du sens de marche est réalisée à l'aide d'un pignon baladeur.

La figure 21 montre l'inverseur à engrenages cylindriques tel qu'il est monté dans la boîte de vitesses à pignons baladeurs des **autorails Brossel** types 553 et 554.

Cet inverseur comporte un pignon d'attaque (4) en bout de l'arbre secondaire de la boîte de vitesses et trois pignons (5) (7) (8) (disposés dans un même plan vertical transversal), ainsi qu'un pignon de renvoi (6). Les pignons (4) (5) (8) sont clavetés sur leur arbre tandis que le pignon de renvoi (6) et le pignon intermédiaire (7) sont baladeurs. Un des sens de marche s'obtient par l'engrènement des pignons 4-5-7-8, tandis que l'autre résulte de l'engrènement des pignons 4-5-6-7-8.

Le dernier pignon (8) de l'inverseur transmet la puissance motrice par l'intermédiaire d'un différentiel (d) à un arbre à cardans (D) qui attaque les essieux moteurs.

24 Inverseur à engrenages droits et manchon d'embrayage à griffes (fig. 22).

La figure 22 montre l'inverseur à pignons cylindriques constamment en prise et à manchon d'embrayage, tel qu'il est monté dans la boîte de vitesses **SLM Winterthur** (autorails types 608 et 620).

Livret hlt

10. IV.

Page 18.

Ce type d'inverseur comporte :

- deux pignons (6) (8) solidaires de l'arbre secondaire (B) de la boîte de vitesses;
- deux couronnes dentées (7) (10) tournant folles sur un arbre intermédiaire (C) et, entre ces couronnes, un manchon d'embrayage à griffes (m) manœuvré mécaniquement ou pneumatiquement;
- un pignon de renvoi (9), claveté sur un arbre intermédiaire (E);
- un couple d'engrenages intermédiaires (11) et (12) transmettant la puissance motrice de l'arbre intermédiaire (C) à l'arbre à cardans (D) d'attaque des essieux moteurs.

Le manchon d'embrayage (m) qui est muni de griffes, sur ses deux faces latérales peut se déplacer sur l'arbre intermédiaire (C) portant les deux couronnes (7) et (10) et rendre cet arbre solidaire de l'une ou l'autre de ces couronnes; à cet effet les griffes du manchon engrènent avec les crabots aménagés sur les faces latérales de l'une ou de l'autre des couronnes (7) et (10).

Par la manœuvre du manchon d'embrayage (m) on obtient ainsi à volonté une rotation de l'arbre intermédiaire (C) dans l'un ou l'autre sens : soit la marche dans un sens (avant) suivant (6) (7), soit la marche dans l'autre sens (arrière) suivant (8) (9) (10).

VI. LE DISPOSITIF D'ATTAQUE DES ESSIEUX MOTEURS.

25 Généralités.

Ce dispositif a pour but de transmettre le couple du moteur Diesel, multiplié dans la boîte de vitesses, aux trains de roues moteurs du véhicule. Il réalise en même temps une démultiplication constante de la vitesse de rotation de l'arbre de sortie de la boîte de vitesses.

Sauf dans la transmission Maybach, autorails type 601, qui comporte encore un système d'attaque par faux-essieu et bielles, la liaison entre la boîte de vitesses et les trains

de roues moteurs se fait par arbres à cardan et ponts d'essieu.

Le dispositif comporte, éventuellement pour chacun des essieux moteurs :

- une ligne d'arbres, dite **arbres de transmission**, comportant un ou plusieurs arbres à cardans, généralement télescopiques, et destinés à absorber les mouvements relatifs entre la boîte de vitesses, fixée au châssis ou sur un bogie du véhicule, et l'essieu. Ces mouvements résultent des oscillations de la suspension, et, éventuellement de la circulation en courbe (cas de la boîte de vitesses fixée au châssis de l'autorail) ;
- un pont d'essieu, réalisant l'attaque de l'essieu tout en transformant la direction du mouvement ; celui-ci, qui est un mouvement de rotation autour d'un axe longitudinal, se transforme en mouvement de rotation autour d'un axe transversal. Le pont d'essieu réalise encore une démultiplication constante de la vitesse de rotation de l'arbre de transmission.

On distingue :

- les ponts d'essieu à vis sans fin (transmission Brosel) ;
- les ponts d'essieu à engrenages coniques (transmission SLM Winterthur).

26 Pont d'essieu à vis sans fin (fig. 23).

Ce type de pont comporte essentiellement une vis sans fin en acier, entraînée par l'arbre de transmission (arbres à cardans), engrenant dans une couronne en bronze clavetée sur l'essieu. Le tout est enfermé dans un carter étanche, reposant sur l'essieu par l'intermédiaire de roulements à rouleaux coniques, avec dispositif de réglage. La vis sans fin est logée dans la partie supérieure du carter, à une extrémité, par un roulement à rouleaux cylindriques et à l'autre extrémité par deux roulements à rouleaux coniques, absorbant la poussée axiale et permettant le rattrapage du jeu.

Livret hlt

10. IV.

Page 20.

Le graissage s'effectue par barbottage dans un bain d'huile; à cet effet, le carter est rempli jusqu'à un certain niveau d'une huile épaisse appropriée, par l'orifice de remplissage, fermé par un bouchon. Il faut également veiller à l'étanchéité des bourrages au passage de l'essieu dans les faces latérales du carter ainsi qu'à l'entrée de la vis sans fin dans le carter.

27 Pont d'essieu à engrenages coniques (fig. 24).

L'entraînement de l'essieu a lieu à l'intervention d'une paire d'engrenages coniques en acier au chrome-nickel cémenté et trempé; dit « **couple conique** ». Le tout est enfermé dans un carter étanche monté sur roulements à rouleaux et à billes largement dimensionnés. Le graissage s'effectue par barbottage dans un bain d'huile.

Les couples coniques utilisés dans les autorails devant tourner indifféremment dans un sens ou dans l'autre, on fait souvent usage d'engrenages coniques à denture droite, comme dans le cas de la transmission mécanique SLM Winterthur. Il existe cependant dans le matériel plus moderne des dentures à profil spécial assurant un meilleur rendement, et, surtout, un fonctionnement plus silencieux.

28 Barres de réaction.

La réaction de la couronne (ou de l'engrenage calé sur l'essieu) sur la vis ou le pignon d'attaque durant la transmission du couple moteur aux roues se traduit par un couple de réaction, opposé au couple moteur, qui tend à renverser le carter du pont d'essieu d'avant en arrière.

Pour absorber ce couple de réaction, le carter du pont d'essieu est relié par des barres de réaction, dites « **jambes de force** » au châssis du bogie (ou du véhicule, dans le cas des autorails à deux essieux).

Les jambes de force sont fixées rigidement au carter du pont d'essieu et articulées sur le châssis, soit à l'aide de rotules, soit à l'aide de biellettes.

VII. LE DIFFERENTIEL.

29 Le différentiel est un organe de compensation inséré entre la boîte de vitesses et les commandes d'essieux, qui s'utilise éventuellement lorsque deux essieux moteurs doivent être entraînés par la même boîte de vitesses. Il permet alors à ces deux trains de roues moteurs de tourner à des vitesses différentes, ceci pour tenir compte des différences de diamètre qui peuvent exister entre les roues motrices (usure différente des bandages) et, le cas échéant, des vitesses différentes des trains de roues lors du passage en courbe. Le différentiel permet d'éviter tout glissement préjudiciable à la bonne conservation des bandages ainsi que toute réaction anormale sur la transmission.

Dans la transmission mécanique Brossel, ce dispositif est monté dans le même carter que la boîte de vitesses et l'inverseur de marche.

Il comporte (fig. 25) en principe deux roues coniques (P) dénommées « **planétaires** » montées en bout de chacun des arbres à cardans (D) d'attaque des essieux moteurs. Les planétaires (P) reçoivent leur mouvement de rotation de quatre petits pignons (S) dits « **satellites** », tournant fou autour des extrémités des quatre branches d'un croisillon (R) solidaire d'une **coquille** (T) ou « **boîtier de différentiel** ». Ce dernier reçoit à son tour, son mouvement du dernier pignon (8) de l'inverseur de marche, lequel est claveté sur le manchon de la coquille (T).

Lorsque les vitesses de rotation des deux essieux moteurs sont égales, aucun mouvement de rotation ne se produit entre les planétaires (P) et les satellites (S); ces derniers ne tournent pas sur leur axe et forment bloc d'entraînement, transmettant aux planétaires le mouvement de la coquille (T).

Dès que les vitesses de rotation des deux essieux moteurs sont différentes, les satellites tournent sur leur axe, permettant d'augmenter la vitesse de rotation d'une roue planétaire tout en diminuant celle de l'arbre, sans

Livret hlt

10. IV.

Page 22.

cesser de leur transmettre le couple moteur, et de telle façon que la vitesse moyenne de rotation des deux planétaires — ou des deux arbres à cardans (D) — soit toujours égale à celle de la coquille (T) du différentiel.

VIII. LES COMMANDES A DISTANCE.

30 Généralités.

Les commandes à distance ont pour but de permettre au conducteur de commander à distance, à partir de l'un ou l'autre des postes de conduite, les différents organes de la transmission : embrayage, boîte de vitesses, inverseur de marche.

De telles commandes sont également nécessaires pour permettre au conducteur de régler à volonté la puissance développée par le moteur Diesel (en agissant sur le débit des pompes d'injection).

D'une manière tout-à-fait générale, les dispositifs de commande à distance peuvent se classer en quatre catégories :

- a) mécaniques;
- b) pneumatiques;
- c) électropneumatiques;
- d) électriques.

Seules les commandes à distance **mécaniques** et **électropneumatiques** sont en usage sur les autorails à transmission mécanique de la S.N.C.B.

31 Commandes à distance mécaniques.

Ce type de commande équipe les autorails à transmission Brossel et Maybach.

Les organes à commandes sont reliés :

— par un jeu de tringles à des leviers et pédales disposés à chaque poste de conduite (transmission Brossel).

— par des câbles métalliques à des manettes disposées à chaque poste de conduite (transmission Maybach).

Les commandes à distance mécaniques ne peuvent convenir que pour les autorails simples de faible puissance non coupables. Pour les plus fortes puissances elles seraient trop lourdes et encombrantes et exigeraient du conducteur des efforts trop considérables pour manœuvrer les appareils. De plus, elles ne permettent pas la commande d'autorails accouplés ou à éléments multiples.

32 Commandes à distance électropneumatiques.

Ce type de commande équipe les autorails simples et doubles à transmission SLM Winterthur.

Les organes à commander sont actionnés par des servo-moteurs à air comprimé, disposés à proximité de ces organes.

Dans le cas le plus simple où l'organe à commander comprend deux positions (par exemple l'inverseur de marche), un tel servo-moteur comprend essentiellement un cylindre, dans lequel se meut un piston dont le déplacement commande directement l'organe à commander (par un levier, une fourchette, une crémaillère, etc.).

L'admission de l'air comprimé sur l'une ou l'autre face du piston, en même temps que la mise à l'atmosphère sur l'autre face, se fait à l'aide d'électrovalves montées directement sur le servo-moteur. L'alimentation des électrovalves en courant se fait par canalisations électriques reliées à un tambour avec doigts de contacts (contrôler) disposé au poste de conduite et manœuvré par le conducteur à l'aide d'une manette.

Pour les organes qui doivent prendre plus de deux positions, le servo-moteur comporte plus d'un piston : par exemple, pour la commande du robinet distributeur d'huile de la boîte de vitesses SLM Winterthur, le servo-moteur comporte 3 pistons et 3 électrovalves, ce qui permet, en combinant les déplacements des différents pistons, d'obtenir 7 positions de la crémaillère de commande (point mort, démarrage et vitesses 1 à 5).

Les commandes à distance électropneumatiques font donc appel à deux intermédiaires entre les manettes de

Livret hlt

10. IV.

Page 24.

commande au poste de conduite et les organes à commander : le courant électrique et l'air comprimé.

Les circuits électriques nécessaires à ces commandes, dits **circuits d'asservissement**, sont alimentés par la dynamo de charge ou la batterie d'accumulateurs.

Les manettes de commande n'agissant que sur des contacts électriques sont aisées à manœuvrer.

Dans le cas des autorails à éléments multiples ou d'autorails accouplés la commande à distance peut être réalisée sans difficulté en ne prévoyant que des liaisons électriques entre les différents éléments.

IX. DISPOSITION D'ENSEMBLE DES TRANSMISSIONS MECANIQUES.

Pour illustrer ce qui précède, nous décrirons la disposition d'ensemble de la transmission Brossel des autorails types 553-554 et de la transmission SLM Winterthur des autorails types 603 et 620.

33 Transmission des autorails Brossel types 553-554 (fig. 26).

Ces autorails sont du type léger à bogies (165 ch). Le moteur Diesel est fixé élastiquement au châssis principal de la caisse vers le centre de la voiture. L'essieu intérieur de chaque bogie est moteur.

La transmission comporte essentiellement :

- l'embrayage (E) du type à double disque (art. 16) accolé directement au moteur Diesel;
- la boîte de vitesses (B), constituée d'un carter dans lequel sont contenus :
 - la boîte de vitesses proprement dite, du type à pignons baladeurs, à 4 vitesses (art. 18);
 - l'inverseur de marche, du type à engrenages droits et pignons baladeurs (art. 22);
 - le différentiel (d) (art. 28);

- le dispositif d'attaque des deux essieux moteurs, constitués par arbres à cardans télescopiques (D) (joints de cardan du type à aiguilles, art. 5) et par ponts d'essieu du type à vis sans fin (P) (art. 26).

Le graissage de l'ensemble de la boîte de vitesses s'effectue par barbotage dans un bain d'huile; un orifice avec bouchon sur le côté de la boîte sert au contrôle du niveau et aux ajoutes d'huile.

L'arbre intermédiaire de la boîte de vitesses est prolongé du côté opposé au Diesel jusqu'à l'extérieur de la boîte, d'où il commande au moyen d'un arbre à cardans, le compresseur d'air Westinghouse (C).

Les commandes à distance sont du type mécanique, par jeux de tringle et leviers.

L'embrayage est commandé aux postes de conduite par une pédale, la boîte de vitesses par un levier oscillant dans une grille à 4 positions correspondant chacune à une vitesse déterminée (lorsque le levier occupe la position centrale de la grille, la boîte est au point mort) et l'inverseur de marche par un levier oscillant dans une grille à 2 positions correspondant respectivement à la marche avant et arrière (lorsque le levier occupe la position centrale de la grille, l'inverseur est au point neutre).

34 La transmission SLM Winterthur des autorails types 608 et 620 (fig. 27).

L'ensemble de la transmission est monté dans un bogie d'extrémité, en même temps que le moteur Diesel (370 ch).

Il y a un bogie moteur de l'espèce sur les autorails simples type 608 et deux sur les autorails doubles type 620.

La transmission comporte essentiellement :

- le coupleur hydraulique (H) (art. 10 et 13) accolé directement au moteur Diesel;

Livret hlt

10. IV.

Page 26.

- la boîte de vitesses (B) reliée au coupleur par un arbre télescopique (a) à accouplements élastiques du type Hardy (art. 7), constituée d'un carter dans lequel sont inclus :
 - la boîte de vitesses proprement dite, du type à engrenages toujours en prise et embrayages individuels à 5 vitesses (art. 19);
 - l'inverseur de marche du type à engrenages droits et manchon d'embrayage à griffes (art. 23);
- le dispositif d'attaque de l'essieu moteur par arbre à cardan télescopique (D) (joints à cardan du type à coussinets lisses — art. 5) et pont d'essieu à engrenages coniques (art. 26); à noter qu'un seul essieu est ainsi relié et est réellement moteur, en principe l'essieu arrière.

L'arbre primaire de la boîte de vitesses est prolongé de façon à entraîner une boîte à engrenages (E), laquelle à son tour commande directement la dynamo de charge (d) et le compresseur (c) (tous deux montés dans le bogie) ainsi que par l'intermédiaire d'un arbre à cardans, les ventilateurs (V) des radiateurs du circuit d'eau du Diesel (fixés au châssis principal de la caisse sous le plancher de la voiture).

Les commandes à distance sont électropneumatiques; la boîte de vitesses et l'inverseur de marche sont commandés à partir des postes de conduite à l'aide d'une seule manette.

X. DIAGRAMMES CARACTERISTIQUES DE LA TRANSMISSION MECANIQUE.

35 Avec une transmission mécanique, l'effort transmis aux essieux moteurs varie de façon essentiellement discontinue.

En effet, la transmission mécanique est caractérisée, pour chacune des vitesses, par un rapport de démultiplication bien déterminé de la vitesse de rotation du moteur (correspondant aux différents rapports de transmission

des engrenages en prise pour cette vitesse) et, par conséquent, par un rapport de multiplication bien déterminé du couple du moteur Diesel (ce dernier étant sensiblement constant quelle que soit sa vitesse de rotation).

Ces rapports étant connus, on trace aisément les deux diagrammes suivants :

- 1) **Diagramme du couple à la sortie de la boîte de vitesses (C) en fonction de la vitesse de marche du véhicule (V) (fig. 28).**

Ce diagramme est représenté à la fig. 28 dans laquelle :

C1 = couple sur l'arbre du moteur Diesel (= arbre d'entrée de la boîte de vitesses);

C2 = couple à l'arbre de sortie de la boîte de vitesses.

Le couple (C2) multiplié par un rapport de démultiplication constant résultant du rapport des engrenages du dispositif de commande d'essieux, est transmis aux essieux moteurs. On voit que ce couple est essentiellement discontinu (diagramme en escalier). Il en est de même par conséquent de l'effort de traction qui lui est proportionnel.

Ajoutons que le rendement d'une transmission mécanique est sensiblement constant quelle que soit la vitesse de marche du véhicule. Sa valeur globale varie de 0,80 à 0,85 avec une boîte à pignons baladeurs et elle est de 0,90 environ avec une boîte à engrenages toujours en prise.

- 2) **Diagramme représentant la vitesse de rotation du moteur (n) en fonction de la vitesse de marche du véhicule (V) (fig. 29).**

Pour chacun des rapports de démultiplication, c'est-à-dire pour chacune des vitesses, ce diagramme est une droite d'inclinaison bien déterminée. Pour une boîte à 4 vitesses, par exemple, le diagramme d'ensemble aura l'allure représentée à la fig. 29.

Livret hlt

10. IV.

Page 28.

C. LES TRANSMISSIONS HYDRAULIQUES.

I. UTILISATION.

36 La transmission hydraulique équipe différents types d'autorails de la S.N.C.B., ainsi que la plus grande partie des locomotives Diesel de manœuvre. On y rencontre les transmissions indiquées ci-après, appelées du nom du constructeur de la boîte hydraulique.

a) Autorails :

- transmission SEM type GTC4 (autorails type 603 : 400 ch);
- transmission Voith type T 45 MZ (autorails type 670 : 2×600 ch);
- transmission Twin Disc (autorails type 604 : 350 ch et type 605 : 2×175 ch).

b) Locomotives de manœuvre :

- transmissions Voith type L 37 (locomotives types 250-252-253 : 550 ch) et type L 37 Z (locomotives type 272 : 750 ch);
- transmission SEM DTTC 2 B (locomotives type 271 : 750 ch).

II. PRINCIPAUX ORGANES CONSTITUTIFS.

37 En principe, la transmission hydraulique comporte essentiellement la succession d'organes principaux suivants, insérés entre le moteur Diesel et le ou les trains de roues moteurs :

- la boîte hydraulique;
- l'inverseur de marche, ou l'inverseur-réducteur;
- le dispositif d'attaque des essieux moteurs.

38 La boîte hydraulique est constituée d'un ou plusieurs circuits hydrauliques (convertisseurs de couple et coupleurs hydrauliques, complétés par des organes mécaniques appropriés, notamment des engrenages de multiplication et de démultiplication. C'est dans la boîte hydraulique qu'est réalisée la démultiplication variable

de la vitesse de rotation du moteur Diesel accompagnée d'une multiplication correspondante du couple moteur. Elle comporte dans ce but toujours au moins un convertisseur de couple.

- 39 L'inverseur de marche** a pour but de permettre au véhicule de rouler dans les deux sens. Son fonctionnement est généralement basé sur des combinaisons d'engrenages.

Dans les autorails, on emploie dans ce but des inverseurs basés sur les mêmes principes que ceux utilisés dans les transmissions mécaniques; l'inverseur peut être inclus dans le même carter que la boîte hydraulique ou bien être combiné avec le pont d'essieu, comme c'est le cas dans les autorails type 670.

Dans les locomotives de manœuvre à transmission Voith, l'inverseur de marche est combiné avec un réducteur à engrenages permettant d'obtenir deux régimes de vitesse maximum de la locomotive (respectivement 33 ou 50 km/h); cet inverseur-réducteur forme un organe distinct de la boîte hydraulique, à laquelle il est accolé.

Dans les locomotives de manœuvre à transmission SEM, l'inversion du sens de marche est réalisée à l'intérieur même de la boîte hydraulique, à l'intervention de circuits hydrauliques séparés pour chaque sens de marche.

- 40 Le dispositif d'attaque des essieux moteurs** a pour but de transmettre le couple du moteur Diesel, multiplié dans la boîte hydraulique, aux trains de roues moteurs du véhicule. Il réalise en même temps une démultiplication constante de la vitesse de rotation de l'arbre de sortie de la boîte.

Dans les autorails, l'attaque des essieux se fait par arbres à cardans et ponts d'essieu, comme avec une transmission mécanique.

Dans les locomotives de manœuvre, l'inverseur-réducteur entraîne un faux essieu transversal, relié lui-même aux trains de roues moteurs (au nombre de 3 ou 4) par un mécanisme à bielles et manivelle.

Livret hlt

10. IV.

Page 30.

- 41 Comme pour la transmission mécanique, des commandes à distance doivent être prévues pour la manœuvre des principaux organes de la transmission à partir de la ou des cabines de conduite.

Dans les autorails, ces commandes à distance sont généralement électropneumatiques tandis que dans les locomotives de manœuvre on utilise des commandes à distance purement pneumatiques.

III. LE CONVERTISSEUR DE COUPLE HYDRAULIQUE.

- 42 Principe (fig. 30).

Le convertisseur de couple hydraulique, appelé encore transformateur de couple, comprend essentiellement trois éléments :

- la roue-pompe (1) ou primaire, calée sur l'arbre primaire (A), entraîné par le moteur Diesel;
- la roue-turbine (2) ou secondaire, calée sur l'arbre secondaire (B), tournant librement par rapport à l'arbre primaire (A), et entraînant les essieux moteurs par l'intermédiaire de l'inverseur de marche et du dispositif d'attaque des essieux;
- le stator (3) fixé lui-même au carter (K) du convertisseur.

Ces 3 éléments sont munis d'aubes incurvées de façon appropriée, dans lesquelles l'huile fluide remplissant le convertisseur circule en circuit fermé.

La roue-pompe accélère le liquide à la manière d'une pompe centrifuge et lui communique ainsi une certaine énergie cinétique. En sortant de la roue-pompe, le liquide pénètre dans les aubes de la roue-turbine, où il ralentit son mouvement et perd une partie de l'énergie cinétique qui lui a été communiquée par la roue-pompe, laquelle est convertie en énergie mécanique sur l'arbre de sortie. Après la roue-turbine le liquide pénètre dans les aubes fixes du stator, ou aubes directrices, qui redressent sa direction et le ramène à l'entrée des aubes de la roue-pompe sous l'angle approprié.

Grâce au couple de réaction supporté par les aubes fixes du stator, il s'établit entre le couple transmis au secondaire par la roue-turbine et le couple primaire absorbé par la roue-pompe une certaine différence, essentiellement variable selon les vitesses respectives des arbres secondaire et primaire.

Pour une vitesse donnée du moteur Diesel, le convertisseur de couple est ainsi capable de transformer le couple constant du Diesel en un couple variable avec la vitesse du secondaire, ou, ce qui revient au même, avec la vitesse de marche du véhicule.

Propriétés fondamentales du convertisseur de couple.

- 43 a) Pour un convertisseur donné, le couple (C_1) absorbé par le primaire ne dépend que de la vitesse d'entraînement (n_1) de l'arbre primaire, et il varie en proportion du carré de cette vitesse.

On dimensionne le convertisseur de telle façon qu'à la vitesse nominale du moteur Diesel, le couple absorbé par le primaire soit équivalent au couple maximum que le Diesel est capable de développer. Autrement dit, à la vitesse nominale du Diesel, le convertisseur utilise la pleine puissance de celui-ci et cela quelle que soit la vitesse du secondaire : c'est le fonctionnement à pleine charge.

Mentionnons encore que pour éviter de devoir donner au convertisseur des dimensions exagérées, une paire d'engrenages droits réalisant une multiplication constante de la vitesse du Diesel est le plus souvent insérée entre le Diesel et la roue-pompe. La vitesse maximum de cette dernière peut aller jusqu'à 3000 tr/min.

- 44 b) Considérons le fonctionnement à pleine charge. Le moteur Diesel tourne alors à sa vitesse nominale. Soit (n_1) la vitesse de rotation correspondante de la roue-pompe. Le couple absorbé (C_1) est alors constant et correspond au plein couple du moteur Diesel.

Le couple (C_2) transmis au secondaire est maximum à l'arrêt de ce dernier ($n_2 = 0$). Sa valeur peut atteindre à ce moment 4 fois environ celle du couple primaire.

Livret hlt

10. IV.

Page 32.

Au fur et à mesure que le véhicule accélère, la vitesse (n_2) de la turbine augmente : le couple (C_2) va alors en diminuant progressivement. Il devient égal au couple primaire lorsque la vitesse de la turbine atteint environ

les deux tiers de la vitesse de la pompe ($\frac{n_2}{n_1} = 0,67$).

Si le véhicule accélère encore, le couple (C_2) devient inférieur au couple primaire et sa valeur tend vers zéro au moment où la vitesse de rotation de la turbine devient

égale à celle de la pompe ($\frac{n_2}{n_1} = 1$).

La variation du couple C_2 en fonction du rapport $\frac{n_2}{n_1}$ est représentée au diagramme fig. 31 (traits pleins).

45 c) Le rendement du convertisseur de couple est égal au rapport entre la puissance transmise au secondaire et la puissance motrice fournie par le moteur Diesel à l'arbre primaire.

Il est donc donné par la relation :

$$r = \frac{C_2 \times n_2}{C_1 \times n_1}$$

Pour le fonctionnement à pleine charge, la courbe représentant le rendement en fonction de la vitesse du secondaire à l'allure représentée à la fig. 32 (traits pleins).

Le rendement est nul à l'arrêt du secondaire ($n_2 = 0$) ainsi que lorsque la vitesse du secondaire devient égale à celle du primaire ($n_2 = n_1$, $C_2 = 0$).

Entre ces deux points extrêmes de fonctionnement, le rendement passe par un maximum au moment où la vitesse du secondaire atteint environ la moitié de celle du primaire ($\frac{n_2}{n_1} = 0,5$). Ce rendement maximum est généralement compris entre 0,80 et 0,85.

46 Fonctionnement à charge partielle.

A un régime de vitesse du Diesel inférieur à la vitesse nominale, le couple absorbé par le primaire diminue rapidement. Le convertisseur n'utilise donc plus qu'une fraction de la puissance disponible sur l'arbre du Diesel (vitesse et couple inférieurs à leurs valeurs maxima) : c'est le fonctionnement à charge partielle.

Les diagrammes représentés en traits interrompus aux fig. 31 et 32 montrent les courbes caractéristiques du convertisseur pour une vitesse d'entraînement de l'arbre primaire (n) égale à :

$$n_1 = 0,8 n_1 \text{ max. (soit } C_1 = 0,8 \times 0,8 = 0,64 C_1 \text{ max.)}$$

$$n_1 = 0,5 n_1 \text{ max. (soit } C_1 = 0,5 \times 0,5 = 0,25 C_1 \text{ max.)}$$

Avec le convertisseur du couple, le fonctionnement en charge partielle du moteur Diesel peut s'obtenir aussi bien par réglage de l'injection (throttle control) que par réglage de la vitesse (speed control).

47 Différents types de convertisseurs.

Le convertisseur représenté schématiquement à la fig. 30 est le convertisseur **Voith**, utilisé dans la transmission Voith des autorails type 670 et dans la transmission SEM en général. On constate que le stator occupe environ la moitié du circuit par laquelle le liquide revient vers l'axe de rotation, tandis que la pompe et la turbine forment chacune environ un quart du circuit.

Les trois éléments sont des pièces coulées en acier, la surface des aubes étant ensuite polie manuellement pour faire disparaître les aspérités.

48 Le convertisseur utilisé dans la transmission Voith des locomotives de manœuvre (fig. 33 et 34), est basé exactement sur le même principe, mais la forme des aubes a été modifiée; la roue-pompe et la roue-turbine sont munies d'aubes taillées dans la masse et rectifiées à la machine.

Livret hlt

10. IV.

Page 34.

49 Le convertisseur **Twin Disc** (fig. 35) tout en étant basé sur les mêmes principes est de construction assez différente du convertisseur Voith. La turbine est pourvue de 3 couronnes d'aubes (t1, t2 et t3); elle est dite à 3 étages. Le stator comporte 2 couronnes d'aubes (S1 et S2) : il est à 2 étages.

Le liquide sortant de la roue-pompe agit d'abord sur les aubes (t1) du premier étage de la turbine; il passe ensuite dans les aubes (S1) du premier étage du stator, où sa direction est redressée. Il agit ensuite sur les aubes (t2) du second étage de la turbine, est redressé à nouveau dans les aubes (S2) du second étage du stator pour agir finalement sur les aubes (t3) du troisième et dernier étage de la turbine. A la sortie de ce dernier, il est repris par les aubes de la roue-pompe (p).

Grâce à ce mode de construction, la roue-pompe du convertisseur Twin Disc peut être entraînée directement par le moteur Diesel (vitesse maximum = 1800 t/min) sans multiplication préalable de vitesse par engrenages.

Il permet également « d'étaler » quelque peu la courbe de rendement, c'est-à-dire d'obtenir un rendement satisfaisant sur une gamme de vitesses plus étendue que le convertisseur Voith.

IV. LE COUPLEUR HYDRAULIQUE.

50 On trouve dans de nombreuses transmissions hydrauliques, en dehors d'un convertisseur de couple, un ou deux coupleurs hydrauliques dont le fonctionnement est basé sur le même principe que celui inséré parfois entre le moteur Diesel et la transmission mécanique (voir art. 10 à 13).

Tout comme ce dernier, un coupleur de transmission hydraulique (fig. 36) ne comprend que deux éléments : une roue-pompe (P) ou primaire, et une roue-turbine (T) ou secondaire, toutes deux munies d'aubes plates disposées radialement.

La différence essentielle avec le convertisseur de couple réside dans la suppression des aubes fixes de réaction, de sorte que le couple transmis au secondaire est toujours égal au couple primaire.

Contrairement au convertisseur, le coupleur n'est donc pas un mécanisme transformateur de couple : il transmet purement au secondaire le couple du Diesel, moyennant une certaine perte de vitesse, ou glissement, qui est de l'ordre de 2 à 3 % en marche normale.

Autrement dit, avec un coupleur hydraulique, le couple transmis au secondaire est sensiblement constant quelle que soit la vitesse de marche du véhicule, tandis que la vitesse de rotation du Diesel est, au glissement près, liée de façon invariable à celle des essieux, tout comme dans une transmission mécanique.

Le fonctionnement à charge partielle du Diesel doit s'obtenir par réglage de l'injection (throttle control).

V. CONSTITUTION DES TRANSMISSIONS HYDRAULIQUES.

51 Généralités.

Supposons une transmission ne comportant qu'un seul convertisseur de couple, assurant la transformation du couple moteur sur toute l'étendue des vitesses du véhicule.

La vitesse du véhicule résultant de la vitesse de rotation des essieux, est invariablement liée à la vitesse de rotation (n_2) de l'arbre secondaire du convertisseur, par l'intermédiaire des démultiplications fixes contenues dans l'inverseur de marche et le dispositif d'attaque des essieux. D'autre part, la vitesse de rotation (n_1) de l'arbre primaire est invariablement liée à la vitesse du moteur Diesel, que nous supposons tourner à sa vitesse nominale et développer sa pleine puissance (fonctionnement à pleine charge).

Livret hlt

10. IV.

Page 36.

La démultiplication entre l'arbre secondaire et les essieux moteurs devrait être établie de telle sorte qu'à la vitesse maximum du véhicule, corresponde encore à la fois un rendement satisfaisant et un couple transmis suffisant : on prendrait par exemple $\frac{n_2}{n_1} = 0,70$ au plus.

Dans ces conditions, les diagrammes caractéristiques du convertisseur de couple (fig. 31 et 32) montrent que la courbe de rendement serait peu favorable dans la roue des basses vitesses de marche, et l'effort de traction exercé au démarrage serait relativement faible.

Il apparaît donc que le convertisseur de couple ne peut constituer à lui seul un système de transformation du couple assurant des performances satisfaisantes sur toute l'étendue des vitesses du véhicule.

Différents systèmes ont été imaginés pour remédier à cet inconvénient. Ceux utilisés à la S.N.C.B. se classent en deux catégories :

- circuits hydrauliques multiples (cas des transmissions Voith et SEM);
- convertisseur de couple associé à une prise directe, c'est-à-dire transmission hydromécanique (cas de la transmission Twin Disc).

52 Circuits hydrauliques multiples.

Dans ce système, la transmission comporte un certain nombre de circuits hydrauliques distincts (deux ou trois le plus généralement) reliés à l'arbre de sortie, le cas échéant, par des engrenages de démultiplication différents; et fonctionnant chacun dans une gamme de vitesses déterminées du véhicule. Chacun de ces circuits forme donc un étage de vitesse.

Le circuit utilisé pendant la période de démarrage (premier étage de vitesses) est toujours en convertisseur de couple; les circuits utilisés pour le second étage, et, éventuellement le troisième étage de vitesse, peuvent être soit des convertisseurs de couple, soit de simples coupleurs hydrauliques.

Les roues primaires de tous les circuits sont entraînées en permanence par le moteur Diesel, mais seul le circuit en service pour la vitesse correspondante du véhicule est rempli d'huile; les autres tournent à vide.

Pour passer d'un étage de vitesse à un autre, il faut donc toujours vidanger un des circuits et remplir le suivant.

Ce passage s'effectue généralement automatiquement en fonction de la vitesse de marche du véhicule; dans certaines transmissions cependant, il peut aussi être commandé manuellement par le conducteur à partir du poste de conduite.

Dans le matériel de la S.N.C.B., on rencontre notamment les combinaisons suivantes :

a) Transmission à deux étages de vitesses :

— un convertisseur et un coupleur (transmission SEM GTC4).

b) Transmission à trois étages de vitesse :

— un convertisseur et deux coupleurs (transmissions Voith L 37 et L 37 Z);

— quatre convertisseurs, dont deux identiques fonctionnant en parallèle dans le premier étage de vitesse (transmission Voith T 45 MZ).

Les fig. 37 à 39 montrent, pour chacune de ces transmissions, les diagrammes caractéristiques obtenus. Ces diagrammes sont établis pour le fonctionnement à pleine charge; ils représentent, en fonction de la vitesse de marche (V) du véhicule :

a) le couple (C2) développé sur l'arbre de sortie de la boîte hydraulique, comparé au couple (C1) du moteur Diesel pris égal à l'unité; à une certaine échelle, ce diagramme représente donc également l'effort de traction exercé à la jante des roues motrices;

b) la vitesse de rotation (n_1) du moteur Diesel, comparée à la vitesse nominale ($n_1 \text{ max.}$) prise égale à 100 %;

Livret hlt

10. IV.

Page 38.

c) le rendement (r) de la boîte hydraulique, c'est-à-dire le rapport entre la puissance sur l'arbre de sortie et la puissance motrice fournie par le Diesel à l'arbre primaire; à noter que pour obtenir le rendement global de la transmission, il faut encore tenir compte des pertes dans l'inverseur de marche et dans les organes pour l'attaque des essieux; ces pertes sont de l'ordre de 5 à 8 %.

On remarque que le fonctionnement en convertisseur est très différent du fonctionnement en coupleur, et cela en raison des propriétés différentes de ces deux types de circuit hydraulique.

Pendant le fonctionnement en **convertisseur de couple**, le moteur Diesel tourne pratiquement à sa vitesse nominale; la pleine puissance est absorbée par la roue-pompe du convertisseur; l'effort de traction décroît progressivement au fur et à mesure que la vitesse de la roue-turbine, et par conséquent, la vitesse de marche du véhicule augmente; le rendement est variable en fonction de la vitesse de marche.

Pendant le fonctionnement en **coupleur hydraulique**, au contraire, la vitesse du secondaire est, au glissement du coupleur près, (2 à 3 % seulement) liée invariablement à celle du moteur Diesel. Cette dernière croît donc proportionnellement à celle du véhicule.

L'effort de traction est sensiblement constant quelle que soit la vitesse de marche du véhicule, de même que le rendement.

En fait, dans les zones de fonctionnement en coupleur, les propriétés de la transmission sont semblables à celles d'une transmission mécanique. Le rendement est meilleur qu'avec le convertisseur, mais la pleine puissance du Diesel n'est utilisée que pour la vitesse maximum de chaque zone.

Le passage du convertisseur au coupleur s'accompagne d'une chute brusque caractéristique de la vitesse de rotation du Diesel.

Du moment que la transmission contient un ou deux coupleurs hydrauliques, le fonctionnement à charge partielle du Diesel s'obtient de préférence par réglage de l'injection.

53 Convertisseur de couple associé à une prise directe (transmission hydromécanique).

La transmission Twin Disc ne comporte qu'un seul circuit hydraulique, soit un convertisseur de couple (voir art. 46) et un dispositif de prise directe.

Contrairement au système Voith, le convertisseur est constamment rempli d'huile. Il est utilisé pour le démarrage et aux basses vitesses de l'autorail. Lorsque la vitesse atteint une certaine valeur, un dispositif d'embrayage à double action permet d'isoler la roue-pompe du moteur Diesel et de relier directement ce dernier à l'arbre de sortie; la roue-turbine est en même temps isolée de l'arbre de sortie par un embrayage ou un système à roue libre. Le convertisseur est donc ainsi mis hors circuit par arrêt de la roue-pompe et de la roue-turbine, et la puissance du moteur Diesel est transmise directement à l'arbre de sortie : c'est le fonctionnement en prise directe.

En résumé, il y a deux zones de fonctionnement : en convertisseur de couple dans le premier étage de vitesses (hydraulique), en prise directe dans le second (mécanique). C'est pourquoi ce type de transmission est encore appelé **hydromécanique**.

Les courbes caractéristiques obtenues avec une telle transmission sont assez semblables à celles d'une transmission système Voith à un convertisseur et un coupleur (fig. 37) dont elles ne diffèrent que par l'absence de glissement (2 à 3 %) dans le second étage.

VI. LA TRANSMISSION SEM TYPE GTC4.

54 Constitution générale (fig. 40).

La transmission SEM type GTC4 équipe les autorails simples type 603 (400 ch — 90 km/h).

Livret hlt

10. IV.

Page 40.

Elle comporte essentiellement :

- deux circuits hydrauliques principaux, soit un convertisseur de couple (T) et un coupleur hydraulique (C) le premier utilisé de 0 à 60 km/h environ et le deuxième au-delà de 60 km/h;
- un inverseur de marche à engrenages droits toujours en prise et manchon d'embrayage à griffes;
- un dispositif d'attaque du train de roues moteur par arbres à cardans et pont d'essieu.

Accessoirement, elle comporte encore :

- un coupleur hydraulique auxiliaire (CV) pour l'entraînement des ventilateurs des radiateurs à eau du Diesel;
- un frein hydraulique (FP) de préchauffage;
- des prises de mouvement pour la commande du compresseur et de la dynamo, entraînés à une vitesse proportionnelle à celle du Diesel;
- une prise de mouvement pour le régulateur de changement de vitesses (RCV) entraîné à une vitesse proportionnelle à celle du véhicule, et qui commande automatiquement le passage du fonctionnement en convertisseur au fonctionnement en coupleur;
- une pompe centrifuge (PC) servant à l'alimentation des différents circuits hydrauliques, au graissage et à la circulation de l'huile pour le refroidissement.

Les circuits hydrauliques et l'inverseur de marche sont logés dans un carter commun (1).

55 Les circuits hydrauliques principaux (fig. 40).

Les roues-pompes du convertisseur (T) et du coupleur (C) sont calées sur l'arbre des pompes (3), entraîné lui-même à partir du moteur Diesel par l'intermédiaire de l'arbre primaire (4) et d'une paire d'engrenages multiplicateurs (6) et (5).

Les roues-turbines de ces mêmes circuits sont reliées par le carter de liaison (10) et solidaires de l'arbre creux (8). Cet arbre creux, qui tourne librement sur l'arbre

des pompes (3) est donc entraîné, selon la vitesse du véhicule, par l'une ou l'autre des roues-turbines et attaque l'arbre primaire (42) de l'inverseur de marche par une paire d'engrenages démultiplicateurs (9) et (50).

56 L'inverseur de marche (fig. 40).

L'inverseur de marche comporte essentiellement :

- l'arbre primaire (42) entraîné par l'arbre creux (8) des roues-turbines par l'intermédiaire des engrenages de démultiplication (9) et (50);
- l'arbre intermédiaire (47);
- l'arbre cannelé (49) ou arbre de sortie.

Les pignons (45) et (51) sont solidaires de l'arbre primaire (4) tandis que les pignons (48) et (52) tournent librement sur l'arbre de sortie (49). Le pignon (51) est constamment en prise directement avec le pignon (52) tandis que le pignon (45) est constamment en prise avec le pignon (48) mais par l'intermédiaire du pignon (46) calé sur l'arbre intermédiaire (47).

Ainsi les pignons (48) et (52) tournent en sens inverse. Un manchon baladeur à griffes (59) coulisse sur l'arbre cannelé (49) et rend solidaire de cet arbre soit le pignon (48), soit le pignon (52) selon le sens de marche désiré. Les pignons (48) et (52) sont à cet effet munis de crabots sur leurs faces latérales s'emboîtant dans les griffes du manchon baladeur.

57 Dispositif d'attaque des essieux (fig. 40).

Ce dispositif comprend, dans les autorails type 603, un arbre à cardans entraîné par l'arbre de sortie (49) de l'inverseur de marche et un pont d'essieu sur le train de roues arrières de bogie moteur. Le pont d'essieu comporte une paire d'engrenages coniques, un arbre intermédiaire et une paire d'engrenages droits démultiplicateurs.

58 Commandes à distance.

Les commandes à distance sont électropneumatiques.

Livret hlt

10. IV.

Page 42.

L'alimentation en huile des circuits hydrauliques est commandée par un ensemble d'appareils (soupapes et distributeurs) alimentés en air comprimé à l'intervention d'électrovalves disposées sur la transmission. Les bobines de ces électrovalves sont mises sous tension selon la position des appareils de commande au poste de conduite et aussi suivant la position des contacts des différents appareils intervenant dans l'automatisme de la commande.

L'inverseur de marche est muni d'un servo-moteur à air comprimé, dont le piston commande le déplacement du manchon baladeur par un mécanisme à fourchette. Ce servo-moteur est alimenté en air comprimé à l'aide de deux électrovalves, l'une pour la marche avant (EVA), l'autre pour la marche arrière (EVR), et mises sous tension à l'aide de la manette d'inversion au poste de conduite.

VII. LES TRANSMISSIONS HYDRAULIQUES VOITH L 37 ET L 37 Z.

59 Constitution générale.

La transmission Voith L 37 équipe les locomotives de manœuvre à 3 essieux couplés types 250-252-253 (550 ch).

La transmission Voith L 37 Z, semblable à la précédente, équipe les locomotives de manœuvre à 4 essieux couplés type 272 (750 ch).

L'ensemble de la transmission comporte :

- la boîte hydraulique (Voith L 37 ou L 37 Z) à 3 circuits hydrauliques, à savoir un convertisseur et deux coupleurs;
- l'inverseur-réducteur à deux régimes de vitesse maximum (33 et 50 km/h) et faux-essieu transversal;
- le dispositif d'attaque des essieux, par bielles.

60 La boîte hydraulique (fig. 41).

L'arbre (1) entraîné par le Diesel attaque par l'intermédiaire d'une paire d'engrenages droits multiplica-

teurs (2) et (3) l'arbre primaire (4). Cet arbre est solidaire des roues-pompes (5) (6) et (7) respectivement du convertisseur (I) et des coupleurs (II) et (III).

Les roues-pompes (8) du convertisseur (I) et (10) du coupleur (II) sont reliées ensemble par le carter de liaison (9) et sont solidaires d'un arbre creux tournant librement sur l'arbre primaire (4); cet arbre creux entraîne l'arbre secondaire (13) ou arbre de sortie par une paire d'engrenages droits démultiplicateurs (11) et (12).

La roue-pompe du coupleur (III) est solidaire d'un deuxième arbre creux, qui entraîne l'arbre de sortie par une autre paire d'engrenages droits (15) et (16) avec une démultiplication moins forte que le précédent.

Il n'y a jamais qu'un seul circuit hydraulique rempli à la fois, successivement le convertisseur (I), le coupleur (II) et le coupleur (III) au fur et à mesure que la vitesse de marche de la locomotive augmente. Les roues-pompes et roues-turbines des circuits non utilisés tournent à vide. Les coupleurs (II) et (III) sont identiques, mais transmettent le couple du moteur Diesel à l'arbre de sortie par l'intermédiaire d'engrenages présentant des rapports de démultiplication différents.

Des prises de mouvement à l'intérieur de la boîte hydraulique servent à entraîner :

- d'une part la pompe de remplissage (Pr) et la pompe de servitude (Pc), disposées dans le fond du carter et tournant à une vitesse proportionnelle à celle du moteur Diesel;
- d'autre part, le régulateur de changement de vitesse (R), tournant à une vitesse proportionnelle à celle du véhicule, et commandant automatiquement le passage d'un circuit à un autre.

Le carter de la boîte hydraulique est d'une part boulonné rigidement à la locomotive, d'autre part relié au châssis de la locomotive par une rotule.

61 L'inverseur-réducteur (fig. 42).

L'inverseur-réducteur accolé à la transmission Voith L 37 ou L 37 Z est de construction légèrement différente pour chaque type de locomotive.

L'inverseur-réducteur Mylius SWB 37 décrit ci-après équipe les locomotives types 250 et 272. Les inverseurs-réducteurs SEM (locomotives type 252) et Cockerill (locomotives type 253) sont cependant basés sur les mêmes principes.

L'inverseur-réducteur comporte essentiellement :

- l'inverseur de marche;
- le changeur de gammes;
- le faux-essieu.

L'ensemble du mécanisme est contenu dans un carter (C), boulonné rigidement d'une part au carter de la boîte hydraulique, d'autre part, aux longerons du châssis de la locomotive. Le carter de la boîte hydraulique n'étant relié au châssis que par une rotule, l'ensemble constitué par la boîte hydraulique et l'inverseur-réducteur est donc fixé au châssis de la locomotive en trois points.

L'inverseur de marche est du type à pignons coniques. Il comporte un pignon conique (201) calé au bout de l'arbre de sortie (13) de la boîte hydraulique et qui reste constamment en prise avec les couronnes dentées (202) montées folles sur l'arbre cannelé (76). Un manchon baladeur à griffes (77) rend solidaire l'arbre (76) de l'une ou l'autre de ces couronnes dentées, selon le sens de marche désiré. Ces couronnes sont à cet effet munies de crabots sur leurs faces latérales.

Le changeur de gammes a pour but de permettre d'obtenir deux démultiplications fixes différentes entre l'inverseur et les essieux, correspondant à deux régimes de vitesse maximum différents de la locomotive, à savoir :

- le régime manœuvre : 33 km/h;
- le régime ligne : 50 km/h.

A cet effet, les engrenages (203) et (205) calés sur l'arbre (76) sont constamment en prise respectivement avec les engrenages (204) et (206) montés fous sur l'arbre cannelé (101). Un manchon baladeur (207) muni de crabots sur ses faces latérales rend solidaire l'arbre (101) de l'un ou l'autre des engrenages (204) ou (206), selon la gamme de vitesses désirée.

Quelle que soit sa position, le pignon (201) reste en prise avec l'engrenage (208) calé sur le faux-essieu.

Le faux-essieu est pourvu à chaque extrémité de manivelles avec contre-poids, dont les boutons (B) attaquent les trains de roues moteurs par un mécanisme à bielles.

62 Commandes à distance.

Les commandes à distance de la transmission Voith sont **pneumatiques**. Des manettes au poste de conduite sont prévues pour admettre l'air comprimé :

- à la soupape de remplissage de la boîte hydraulique (volant d'accélération servant en même temps au réglage de la puissance du moteur Diesel);
- au servo-moteur de l'inverseur de marche;
- au servo-moteur du changeur de gammes.

Le système de commande pneumatique est agencé de façon à empêcher certaines fausses manœuvres dangereuses pour l'équipement. C'est ainsi qu'il est impossible :

- de manœuvrer l'inverseur ou le changeur de gammes aussi longtemps que la locomotive n'est pas à l'arrêt complet;
- de remplir la boîte hydraulique si les dentures (crabots) des manchons baladeurs de l'inverseur du changeur de gammes ne sont pas enclenchées à fond.

D. LES TRANSMISSIONS ELECTRIQUES.

I. UTILISATION.

- 63 A la S.N.C.B., la transmission électrique équipe les locomotives Diesel de ligne en général, ainsi que quelques autorails à éléments multiples et quelques locomotives de manœuvre.

Livret hlt

10. IV.

Page 46.

Les principaux types en service sont énumérés ci-après :

a) Autorails :

- transmission ACEC — Jeumont (autorails triples type 653 : 2×410 ch);
- transmission SEM — Geco (autorails triples type 654 : 2×365 ch).

b) Locomotives :

- transmission ACEC — Westinghouse (locomotives BB type 201 : 1750 ch et locomotives de manœuvre BB type 270 : 700 ch);
- transmission EMD (locomotives CC types 202-203-204 : 1750 ou 1900 ch).

II. PRINCIPAUX ORGANES CONSTITUTIFS.

64 D'une manière générale, toute transmission électrique comporte les organes principaux suivants :

- la génératrice principale;
- les moteurs de traction (2, 4 ou 6 selon le cas);
- une série de câbles formant les circuits haute tension et basse tension;
- l'appareillage électrique;
- l'équipement de régulation;
- des ventilateurs de refroidissement;
- les appareils de mesure et de commande;
- le cas échéant, une génératrice excitatrice.

65 La **génératrice principale** est une dynamo accouplée directement à l'arbre du Diesel et entraînée à la même vitesse que ce dernier. Elle transforme l'énergie mécanique fournie par le moteur en énergie électrique sous forme de **courant continu** à tension variable.

66 Les **moteurs de traction** sont des moteurs électriques à excitation série. Chacun d'eux entraîne un train de roues de l'autorail ou de la locomotive par l'intermédiaire d'un couple d'engrenages droits démultiplicateur.

Ils absorbent le courant continu fourni par la génératrice principale et le transforment en énergie mécanique sur les essieux moteurs.

- 67 **Les circuits haute tension** établissent les raccordements nécessaires entre la génératrice et les moteurs de traction. Ils sont appelés aussi circuits de traction. La tension maximum à laquelle ils sont soumis est de l'ordre de 800 à 1100 V; cette tension relativement élevée est indispensable par suite des fortes puissances à transmettre du moteur Diesel aux essieux moteurs.
- 68 **Les circuits basse tension.** Par contre, la plupart des appareils de commande et même de protection sont alimentés à une tension beaucoup plus basse, en général 72 V (dans nos locomotives) parfois 96 V (dans nos autorails). L'ensemble de ces circuits constitue la partie basse tension.
- 69 **L'appareillage électrique** comporte également des appareils à haute tension et des appareils à basse tension.

Les appareils à haute tension comprennent notamment :

a) les contacteurs ou interrupteurs à haute tension qui ouvrent et ferment les circuits entre la génératrice et les moteurs de traction;

b) les inverseurs de sens de marche;

c) éventuellement, les éliminateurs de moteurs de traction, constitués par des sectionneurs;

d) certains **relais** de protection insérés dans les circuits à haute tension;

e) parfois des fusibles de protection de la génératrice et des moteurs de traction;

f) des résistances, notamment les résistances de shuntage des moteurs de traction.

Les appareils à basse tension comprennent principalement des interrupteurs, des contacteurs, des fusibles, des relais, des électrovalves (notamment celles qui comman-

Livret hlt

10. IV.

Page 48.

dent les contacteurs électropneumatiques), des bobines de commande des contacteurs électromagnétiques, des résistances de réglage, etc.

70 L'équipement de régulation sert à adapter automatiquement la puissance absorbée par la transmission électrique à celle disponible sur l'arbre du Diesel. Dans les transmissions équipant les locomotives, l'organe principal en est le régulateur de charge.

71 Les ventilateurs. Les machines électriques (génératrice principale et moteurs de traction) ont besoin d'être refroidies. Pour éviter de leur donner de trop fortes dimensions, il faut donc prévoir des ventilateurs. Selon la puissance et l'emplacement disponibles, les ventilateurs peuvent soit être inclus dans le moteur ou la génératrice (machine dite **auto-ventilée**), soit former des organes séparés entraînés mécaniquement ou électriquement.

72 Les appareils de mesure comprennent nécessairement un ampèremètre de traction, mesurant le courant dans les circuits haute tension et parfois en plus, un voltmètre ou un wattmètre haute tension.

Les appareils de commande comprennent notamment une manette d'inversion du sens de marche. Pour le réglage de la puissance, aucune commande spéciale n'est à prévoir, c'est la manette d'accélérateur, contrôlant la puissance du Diesel, qui est utilisée.

73 L'excitatrice. Certains équipements comportent une petite génératrice supplémentaire ou excitatrice, dont le rôle est uniquement d'alimenter le circuit d'excitation de la génératrice principale.

Il ne faut donc pas, dans ce cas, confondre l'excitatrice avec la génératrice auxiliaire, dont le rôle est d'alimenter les circuits basse tension et de charger la batterie d'accumulateurs, comme sur tous les engins moteurs Diesel en général.

III. PRINCIPES FONDAMENTAUX DE FONCTIONNEMENT.

74 Fonctionnement théorique à pleine charge.

Rappelons tout d'abord que, si l'on considère le régime nominal (puissance maximum), la puissance sur l'arbre du Diesel est le produit d'un couple constant par une vitesse constante (vitesse nominale). La transmission doit permettre d'obtenir à la jante des roues motrices un effort de traction décroissant en fonction de la vitesse de marche du véhicule. On utilisera au mieux la puissance disponible du Diesel si on réalise à tout moment la relation :

Effort de traction \times vitesse de marche = constante, comme il est représenté au diagramme de la fig. 44.

Dans le cas de la transmission électrique, on effectue dans ce but une double transformation d'énergie (fig. 43) :

1. Le moteur Diesel entraîne la génératrice principale : l'énergie mécanique est transformée en énergie électrique, laquelle est transmise par câbles aux moteurs de traction;

2. Les moteurs de traction entraînent les essieux : l'énergie électrique est retransformée en énergie mécanique.

Or, une génératrice de courant électrique (ou un moteur de traction) débite (ou absorbe) un certain courant I mesuré en ampères, sous une certaine tension U , mesurée en volts.

Le produit $U \times I$ du courant par la tension n'est autre que la puissance de cette machine exprimée en watts.

Par exemple, un moteur absorbe un courant de 400 A sous une tension 470 V; il absorbe une puissance de $400 \times 470 = 188\ 000$ W ou 188 kW.

En électricité, on montre également que le couple développé par un moteur ou l'effort à la jante qu'il est capa-

Livret hlt

10. IV.

Page 50.

ble de produire dépend du courant qui le traverse; plus le courant est élevé, plus l'effort développé est grand.

Par contre, pour obtenir de grandes vitesses, il faut appliquer au moteur des tensions relativement élevées, le courant absorbé étant alors relativement faible.

Il est donc possible de traduire les conditions mécaniques à réaliser pour la marche du train en conditions électriques aux moteurs de traction.

A la jante (mécanique)	Aux moteurs électriques
Faible vitesse et grand effort	Faible tension et grand courant
Vitesse élevée et effort réduit	Tension élevée et courant réduit
Puissance = vitesse \times effort = constante	Puissance = tension \times courant = constante

La relation vitesse \times effort = constante est représentée par la courbe de l'effort de traction (fig. 44).

La relation tension \times courant = constante peut être représentée par une courbe de forme semblable (fig. 45).

Le fonctionnement s'explique dès lors de la façon suivante.

Au démarrage et à faible vitesse du train (point M1), les moteurs sont alimentés sous une tension très faible et absorbent un courant très grand, d'où résulte un grand effort de traction. De ce fait, le train accélère et prend de la vitesse; il en est de même des moteurs de traction; la force contre-électromotrice augmente et comme elle s'oppose à la tension appliquée aux moteurs, le courant diminue.

$$I \text{ courant} = \frac{U \text{ (tension appliquée)} - E \text{ (force contre-électromotrice)}}{r \text{ (résistance interne)}}$$

Mais la génératrice principale intervient et augmente la tension de façon à maintenir la puissance constante. On passe successivement aux points M1, M2, etc. (sens de la flèche) jusqu'au moment où l'effort de traction diminue en même temps que le courant, la vitesse devienne égale à l'effort résistant. On peut aller ainsi jusqu'à la vitesse maximum du véhicule en M5.

Si l'effort résistant augmente, par exemple lorsque le train gravit une rampe, l'effort moteur n'est plus suffisant pour maintenir la vitesse; celle-ci diminue et la force contre-électromotrice des moteurs de traction

diminue; comme $I = \frac{U - E}{r}$, le courant augmente et

la puissance $U I$ a tendance à augmenter; à ce moment la génératrice principale intervient et diminue la tension U , de façon à garder une puissance constante. Sur le diagramme de la fig. 45, on repasse par les points M4, M3, etc. dans le sens inverse de la flèche jusqu'à ce qu'on atteigne une vitesse inférieure à la première, à laquelle l'effort moteur est à nouveau égal à l'effort résistant et où l'équilibre peut s'établir.

Sur les fig. 44 et 45, le sens de la flèche correspond à l'accélération du véhicule.

75 Caractéristiques de la génératrice principale.

En vertu de ce qui précède, la condition fondamentale suivante et à réaliser :

— la puissance électrique $U \times I$ aux bornes de la génératrice principale doit rester constante, quelle que soit la valeur du courant I absorbé par les moteurs de traction; de plus, au rendement près de la génératrice, cette puissance doit être égale à la puissance mécanique que peut fournir le moteur Diesel.

La courbe représentant la variation de la tension U aux bornes de la génératrice principale en fonction du courant I porte le nom de caractéristique. Lorsque la caractéristique répond à la loi $U \times I = \text{constante}$, cette courbe a la forme d'une hyperbole équilatère (fig. 45).

Livret hlt

10. IV.

Page 52.

On dit que la caractéristique est **hyperbolique**.

Si on examine les différents types classiques de génératrices à courant continu, on constate qu'aucune d'entre elles ne donne une caractéristique ayant la forme souhaitée (fig. 46). Celle qui s'en rapproche le plus est cependant la génératrice à excitation compound-discordante, c'est-à-dire comportant un enroulement d'excitation shunt et un enroulement d'excitation série agissant en sens inverse du précédent (courbe 4 de la fig. 46).

C'est pourquoi, les dispositifs d'excitation rencontrés dans les transmissions électriques comportent toujours ces deux enroulements.

Pour obtenir finalement la caractéristique hyperbolique désirée (courbe 5 de la fig. 46), il faut y ajouter des dispositifs d'excitation spéciaux, plus ou moins compliqués, et variant selon les constructeurs. Des exemples d'application de ces dispositifs sont donnés au chap. VI.

A noter que certains constructeurs combinent les enroulements d'excitation sur la génératrice principale elle-même; cette dernière est donc munie d'un système d'excitation complexe.

D'autres constructeurs préfèrent utiliser une génératrice principale à excitation indépendante, donc de construction simple, mais dont l'enroulement d'excitation doit alors être alimenté par une génératrice auxiliaire de faibles dimensions, dite **excitatrice**, elle-même munie d'un système d'excitation approprié.

76 Couplage des moteurs de traction.

Jusqu'ici, nous avons admis que le courant absorbé par les moteurs de traction était égal à celui débité par la génératrice principale, et de même pour la tension. En d'autres termes, nous avons raisonné comme si la génératrice n'alimentait qu'un seul moteur de traction.

En pratique cependant, elle doit en alimenter plusieurs : 2, 4 ou 6 selon le cas. Dès lors, différents modes de couplage de ces moteurs entre eux sont possibles.

Considérons, par exemple, une génératrice principale de 960 kW alimentant 4 moteurs de traction, chacun d'eux absorbant les courants ci-après aux régimes extrêmes :

- démarrage du train 1200 A sous 200 V;
- vitesse maximum 240 A sous 1000 V.

Trois modes de couplage peuvent être utilisés, chacun d'eux entraînant des régimes extrêmes différents pour la génératrice principale :

	Régime de la génératrice principale	
	au démarrage du train	à la vitesse maximum
Couplage série (fig. 47)	1200 A — 800 V	240 A — 4000 V
Couplage série-parallèle (fig. 48)	2400 A — 400 V	480 A — 2000 V
Couplage parallèle (fig. 49)	4800 A — 200 V	960 A — 1000 V

Quel que soit le couplage adopté, la génératrice principale devra être constituée pour supporter le courant et la tension maximum, soit :

- en couplage série : 1200 A et 4000 V;
- en couplage série-parallèle : 2400 A et 2000 V;
- en couplage parallèle : 4800 A et 1000 V.

Dans les 3 cas, la génératrice principale sera lourde et volumineuse. En effet, pour supporter de forts courants, il faut des enroulements largement dimensionnés, d'où un grand poids de cuivre; pour supporter de fortes tensions, il faut des circuits magnétiques importants, d'où un grand poids de fer.

Deux artifices peuvent être utilisés pour éviter cet inconvénient :

- le changement de couplage;
- le shuntage.

Livret hlt

10. IV.

Page 54.

77 Changement de couplage.

Dans ce système, on utilise successivement des couplages différents des moteurs de traction selon la vitesse de marche du train.

Reprenons par exemple le cas précédent :

a) Au démarrage, on adopte le couplage série (fig. 51).

Chaque moteur de traction absorbe 1200 A sous 200 V (point A de la fig. 50); la génératrice débite 1200 A sous 800 V.

La vitesse du train augmente, le courant diminue dans chaque moteur, mais la tension aux bornes augmente (sens de la flèche à la fig. 50).

b) Au moment où la tension à la génératrice atteint 1000 V, correspondant à un courant de 960 A, on couple les moteurs en série-parallèle. Le régime de chaque moteur est le même avant et après changement de couplage, 960 A sous 250 V (point C de la fig. 50), mais à la génératrice principale, le courant est double et la tension diminuée de moitié (fig. 52 et 53), c'est-à-dire ramenée de 1000 à 500 V.

c) La vitesse du train continuant à augmenter, le courant continue à diminuer et la tension à augmenter.

Au moment où le régime 1000 V, 960 A est à nouveau atteint à la génératrice principale, on couple les moteurs en parallèle. Cela correspond à un régime 500 V, 480 A à chaque moteur de traction (point D de la fig. 50); le régime de la génératrice passe de 1000 V, 960 A à 500 V, 1920 A (fig. 54 et 55).

Quand le train atteint sa vitesse maximum (point B de la fig. 50), chaque moteur absorbe 240 A sous 1000 V, tandis que la génératrice débite $240 A \times 4$ ou 960 A sous 1000 V (fig. 56).

Grâce à ces 3 couplages différents la tension maximum de la génératrice sera de 1000 V et son courant maximum de 1920 A dans tous les cas.

Cependant, les changements de couplage compliquent fortement le schéma électrique, surtout en basse tension et nécessitent beaucoup d'appareillage. Aussi, on essayera de trouver un compromis entre les caractéristiques de la génératrice et la complexité du schéma.

Dans l'exemple cité plus haut, on se contentera généralement de 2 couplages : série-parallèle et parallèle.

On démarre alors en série-parallèle, avec 1200 A, 200 V à chaque moteur de traction (point A, fig. 50) et 2400 A, 400 V à la génératrice principale (fig. 57).

A la vitesse correspondant au point C de la fig. 50, il n'y a plus de changement de couplage et les régimes sont ceux indiqués à la fig. 53.

Le seul changement de couplage est effectué comme dans le cas précédent, à la vitesse correspondant au point D de la fig. 50. Les régimes avant et après le changement de couplage sont ceux représentés aux fig. 54 et 55.

La génératrice doit être prévue cette fois pour 1000 V et 2400 A au lieu de 1000 V et 1920 A, mais on n'utilise que deux couplages au lieu de trois.

78 Le shuntage.

Considérons un moteur de traction absorbant un courant de 600 A sous une tension de 400 V, par exemple le moteur n° 1 de la fig. 58, représentant une génératrice principale alimentant 4 moteurs de traction couplés en série-parallèle.

Si, à ce moment, on branche une résistance R en parallèle avec l'enroulement d'excitation du moteur, tout le courant de l'induit ne traverse plus l'enroulement d'excitation : il en résulte une diminution du flux, donc de la force contre-électromotrice E du moteur.

Le courant augmente en vertu de la formule $I = \frac{V - E}{R}$; mais comme le produit U I doit rester constant,

la tension U diminue. On dit qu'on a « shunté » le moteur.

Livret hlt

10. IV.

Page 56.

Le taux de shuntage est la fraction du courant d'induit, exprimée en %, qui passe dans la résistance de shuntage R.

En résumé, un moteur shunté absorbe un courant plus fort sous une tension plus faible, la puissance restant inchangée.

A titre d'exemple, les fig. 59 et 60 donnent un exemple des valeurs de la tension et du courant qui pourraient être obtenues avant et après shuntage au taux de 45 %.

Sur le diagramme de la fig. 62, le régime du moteur avant shuntage est celui du point A; après shuntage, il est représenté par le point B.

Si au point A correspond une vitesse du train de 50 km/h, au point B (shuntage à 45 %) cette vitesse n'aura pratiquement pas varié; l'introduction de la résistance en parallèle avec l'inducteur s'effectuant en un temps très court (moins d'une seconde).

Après le shuntage, la vitesse du train augmentant au-delà de 50 km/h, le courant diminue et la tension augmente de façon à atteindre à nouveau 600 A sous 400 V à une vitesse égale, par exemple, 75 km/h.

A ce moment, si on désire atteindre une vitesse supérieure, il est nécessaire de shunter une deuxième fois, en diminuant la valeur de la résistance en parallèle avec l'enroulement d'excitation, de façon à augmenter la fraction du courant d'induit dérivée par cette résistance. Le 2^e taux de shuntage sera, par exemple, de 60 % et après ce 2^e shuntage, les courants et tension seront ceux de la fig. 61. Le régime du moteur est représenté par le point C de la fig. 60. Il est à remarquer que les points B et C obtenus respectivement après les 1^{er} et 2^e shuntages sont voisins, mais ne sont pas nécessairement superposés; tandis que le point avant shuntage reste toujours exactement en A; en effet, c'est la tension atteinte en ce point (400 V) qui commande le passage soit du cran « plein champ » (pas de shuntage) au 1^{er} cran de shuntage, soit du 1^{er} cran de shuntage au 2^e cran de shuntage.

Dans l'exemple choisi, couplage série-parallèle, la tension et le courant de la génératrice principale sont constamment le double de la tension et du courant des moteurs de traction (fig. 58).

La tension maximum de la génératrice est, dans ce cas, 800 V; le courant maximum est le double du courant de démarrage d'un moteur de traction.

Dans certains équipements, on utilise jusqu'à 4 crans de shuntage; le taux maximum de shuntage peut atteindre 70 à 75 %.

79 Utilisation du changement de couplage et de shuntage.

Dans la pratique, on peut utiliser soit le changement de couplage, soit le shuntage, soit une combinaison de ces deux méthodes. Dans les deux cas, le changement de couplage ou le shuntage s'effectue dès que la tension maximum choisie par le constructeur de la transmission a été atteint. Le changement s'effectue le plus souvent automatiquement, mais dans certains cas, la possibilité d'effectuer le changement manuellement à l'intervention du conducteur est prévue.

Citons 3 cas rencontrés dans le matériel S.N.C.B. :

a) Autorails types 653 et 654.

2 moteurs de traction couplés en parallèle;
pas de changement de couplage;
1 cran de shuntage.

b) Locomotives de ligne BB type 201 (fig. 66).

4 moteurs de traction couplés en série-parallèle;
pas de changement de couplage;
4 crans de shuntage.

c) Locomotives de ligne CC types 202-203-204 (fig. 69).

6 moteurs de traction;
1 changement de couplage (série-parallèle → parallèle);
1 cran de shuntage en couplage parallèle.

Livret hlt

10. IV.

Page 58.

80 Remarque.

Que se passe-t-il si on ne change pas de couplage ou si on ne shunte pas au moment où la tension maximum est atteinte, c'est-à-dire quand la vitesse continue à augmenter au-delà du point prévu pour le changement ?

Il en résulte deux inconvénients :

1. Le courant I absorbé par les moteurs de traction continue de diminuer avec la vitesse du train. Mais la génératrice travaillant alors dans la zone de saturation par suite de l'augmentation de la tension au-delà du maximum prévu, cette tension U n'augmente plus que lentement. La puissance électrique ($U \times I$) ne garde plus sa valeur constante et devient inférieure à celle du moteur Diesel. On dit que celui-ci est déchargé. Cet inconvénient est sérieux étant donné que c'est dans la zone des grandes vitesses qu'il est généralement le plus nécessaire de pouvoir utiliser la pleine puissance du Diesel.

2. Le courant dans l'enroulement d'excitation de la génératrice principale peut atteindre une valeur dangereuse et provoquer l'échauffement des inducteurs.

81 Inversion du sens de marche.

On sait que pour inverser le sens de rotation d'un moteur électrique à excitation série, il suffit de modifier le sens du courant dans les inducteurs par rapport à celui traversant l'induit. Cette propriété est mise à profit pour réaliser l'inversion du sens de marche des engins moteurs à transmission électrique.

Celle-ci s'effectuera donc en inversant le sens du courant soit dans les inducteurs, soit dans l'induit. Généralement, on modifie dans ce but les connexions relatives de l'inducteur à l'induit au moyen d'un tambour portant des contacts en cuivre sur lesquels appuient des doigts de contact. Ce tambour est commandé par un servo-moteur électropneumatique.

L'inversion doit évidemment être réalisée simultanément sur tous les moteurs de traction.

Une manette d'inversion placée dans chaque poste de conduite permet de mettre sous tension deux fils de train, avant (AV) ou arrière (AR) respectivement dans chacune de ses positions extrêmes. Suivant le fil choisi, tous les tambours d'inversion prendront la position AV et AR.

82 Fonctionnement à charge partielle.

Jusqu'ici nous avons toujours envisagé le fonctionnement de la transmission correspondant au régime de pleine puissance du Diesel. En pratique, il n'en est pas toujours ainsi.

Chaque poste de conduite comporte en effet une manette d'accélération, permettant au conducteur, selon la charge et les nécessités de l'horaire, de régler le régime de puissance du moteur Diesel. Cette manette peut comporter un certain nombre de crans de marche déterminés (jusqu'à 8 dans le cas des locomotives) ou bien elle peut être déplacée de façon progressive et continue.

Elle agit sur le régulateur du moteur Diesel, soit électriquement, soit pneumatiquement. Au dernier cran (ou à la position extrême) de la manette, correspond la pleine vitesse du moteur Diesel et, par conséquent, la pleine puissance (pour autant que la génératrice ne « décharge » pas le moteur).

A chaque cran (ou position) intermédiaire, correspond une vitesse donnée du moteur Diesel, inférieure à la vitesse maximum et, par conséquent, une puissance bien déterminée, inférieure à la puissance maximum.

La transmission électrique fonctionne automatiquement dès qu'on place la manette au 1^{er} cran de marche : à partir de cette position, le fil de train provoquant la fermeture des conducteurs d'excitation est mis sous tension.

Le régime (courant et tension) de la génératrice et des moteurs de traction, de même que le couplage de ces derniers, est déterminé automatiquement par le régime de puissance du Diesel (donc par le cran de marche) et par la vitesse du train. Aucun appareil n'est

Livret hlt

10. IV.

Page 60.

donc prévu au poste de conduite pour le réglage de la puissance électrique. Dans certains équipements cependant, un interrupteur est prévu permettant de réaliser manuellement le changement de couplage.

83 Rendement de la transmission électrique.

Le rendement global de la transmission électrique est généralement, au régime de pleine charge, de 82 à 84 %.

Ce rendement diminue quand la vitesse de la locomotive ou de l'autorail devient trop basse (inférieure au quart de la vitesse maximum) car le courant élevé dans les moteurs de traction augmente les pertes par effet Joule.

Le rendement diminue également légèrement à charge partielle mais cette diminution n'est sensible qu'au-dessous de la demi-charge.

IV. OPERATIONS ANNEXES.

84 Lancement du moteur Diesel.

On sait qu'une génératrice à courant continu est réversible, c'est-à-dire qu'elle est capable de tourner comme moteur électrique lorsqu'on lui fournit de l'énergie électrique.

Dans les engins moteurs à transmission électrique, on effectue le lancement du moteur Diesel en entraînant ce dernier par la génératrice principale fonctionnant comme moteur alimenté par la batterie d'accumulateurs. La génératrice fait donc office de démarreur.

Souvent, elle comporte dans ce but un enroulement inducteur supplémentaire, dit enroulement de lancement qui est en service uniquement pendant la phase de lancement et est alors raccordé en série avec l'induit (schéma de principe fig. 63).

La génératrice fonctionne donc comme moteur à excitation série. Pour lancer le moteur, il faut fermer les contacteurs de lancement L1 et L2, ce qui ne peut se faire que si les circuits de traction sont ouverts.

Parfois, on ne dispose pas de l'emplacement nécessaire sur les pôles de la génératrice principale pour bobiner un enroulement de lancement supplémentaire. On utilise alors l'enroulement d'excitation shunt de la génératrice (cas des locomotives type 201). La génératrice fonctionne donc alors comme moteur shunt : le lancement est moins rapide cependant avec ce système, par suite du temps nécessaire à l'établissement du courant dans l'excitation.

Les courants nécessaires au lancement du moteur Diesel sont très élevés. La pointe de courant au décollage d'un gros moteur de locomotive (1750 ch) peut atteindre 2000 A.

Bien que ces courants élevés soient de courte durée (quelques secondes), l'emploi d'une batterie de forte capacité et surtout de résistance interne aussi faible que possible, est indispensable.

85 Elimination d'un moteur de traction.

Un moteur de traction peut être mis hors service soit par une avarie mécanique, soit par une avarie électrique.

Si l'avarie se produit en ligne, il est toujours intéressant de pouvoir ramener le train, même à vitesse réduite, en utilisant les moteurs de traction non avariés.

Ce n'est généralement pas possible en cas d'avarie mécanique (roulement calé, bris de sertissage) ; mais s'il s'agit d'une avarie électrique (isolement détruit, bobinage interrompu), il est en principe possible, au moyen de sectionneurs, et le train étant arrêté, de changer les connexions de façon à mettre hors circuit, soit un ou plusieurs moteurs de traction.

Toutefois, cette élimination est compliquée à réaliser dans les transmissions électriques des autorails et des locomotives Diesel. Elle exige non seulement la modification des circuits des moteurs de traction, mais également des circuits d'excitation de la génératrice principale ; de plus, en cas de flash, avarie entraînant généralement la disparition de l'isolement, plusieurs moteurs et parfois la génératrice principale peuvent être touchés.

Livret hlt

10. IV.

Page 62.

Aussi, certains constructeurs, en vue d'éviter ces complications, ne prévoient pas cette élimination.

86 Appareils de contrôle et de protection.

Les appareils de contrôle de la transmission au poste de conduite comprennent essentiellement un ampèremètre de traction indiquant soit le courant débité par la génératrice principale, soit le courant dans un moteur de traction.

Parfois, on prévoit en plus soit un voltmètre haute tension, soit un wattmètre.

La transmission électrique comporte également des appareils de protection insérés dans les différents circuits (relais, fusibles, etc.) en nombre variable selon les constructeurs. Sur les locomotives, qui sont plus exposées à des surcharges que les autorails, on prévoit également, en général :

- un relais de terre, qui déclenche lorsqu'une masse se produit dans les circuits de traction; le déclenchement du relais de terre a pour effet de décharger la génératrice principale (coupure de l'excitation), ce qui réduit la puissance électrique au minimum, et de ramener automatiquement le Diesel au ralenti;
- un dispositif d'antipatinage fonctionnant à l'intervention des relais raccordés entre les moteurs de traction; en cas de patinage d'un train de roues, ce dispositif a également pour effet de réduire la puissance électrique au minimum et de ramener le Diesel au ralenti; il rétablit automatiquement la traction dès que le patinage a cessé.

Le conducteur est averti du déclenchement d'un dispositif de sécurité soit par une sonnerie d'alarme, soit par l'allumage d'une lampe de signalisation, soit par les deux à la fois.

87 Freinage rhéostatique.

Le freinage rhéostatique, dit encore freinage dynamique, est un système de freinage électrique équipant certains types de locomotives à transmission électrique.

On sait qu'en régime de traction, les moteurs de traction reçoivent du courant de la génératrice principale et entraînent les essieux en rotation.

Mais on peut imaginer l'opération inverse. Lorsque le train descend une pente, sous l'effet de la pesanteur, les moteurs de traction sont entraînés par les essieux; si à ce moment, on alimente les inducteurs et qu'on raccorde les induits sur un circuit de décharge, des résistances par exemple, ils vont débiter du courant dans ce circuit en même temps qu'ils exerceront sur les roues un effort retardateur. En d'autres termes, en régime de freinage, les moteurs de traction fonctionnent en génératrices entraînées par les essieux.

Un système de ce genre est appliqué sur les locomotives types 202-203 et est utilisé pour le freinage lors de la descente de longues pentes avec des trains de marchandises lourds.

La transmission de ces locomotives comporte six moteurs de traction avec, en régime de traction, deux systèmes de couplage (série-parallèle et parallèle). Mais l'induit et l'inducteur de chaque moteur sont toujours connectés en série.

En régime de freinage (fig. 64), par contre, l'induit et l'inducteur de chaque moteur sont séparés, c'est-à-dire que chacun d'eux travaille comme génératrice à excitation indépendante.

Les induits (i1 à i6), groupés deux par deux en série, débitent dans des résistances spéciales (R1 à R3) refroidies à l'aide d'un ventilateur.

Les 6 enroulements d'excitation (l1 à l6) raccordés en série, sont alimentés par la génératrice principale.

Le changement des connexions pour passer du régime « traction » au régime « freinage » est réalisé par un appareil dénommé « cam-switch » de principe analogue à celui de l'inverseur.

L'effort de freinage peut être réglé dans une certaine mesure à l'aide d'une résistance variable R placée dans le circuit d'excitation de la génératrice principale.

Livret hlt

10. IV.

Page 64.

Cependant, l'effort de freinage qui peut être obtenu avec le freinage rhéostatique est maximum pour une vitesse bien déterminée de la locomotive (par exemple 30 à 35 km/h sur les locomotives types 202-203). Au-delà de cette vitesse, il diminue progressivement, de même aux vitesses inférieures en tendant vers le zéro lorsqu'on se rapproche de l'arrêt (fig. 65).

V. COMMANDE EN UNITES MULTIPLES.

88 Généralités.

La commande en unités multiples, ou commande simultanée de plusieurs motorisations à partir d'un seul poste de conduite, ne présente, dans le cas d'une transmission électrique, aucune difficulté spéciale.

Le problème se pose de 2 façons différentes suivant que les motorisations appartiennent au même véhicule ou à 2 véhicules différents.

A la S.N.C.B., les autorails triples 653 et 654 possèdent chacun 2 motorisations à commander simultanément d'un même poste de conduite, mais les autorails ne peuvent être accouplés.

Les locomotives de ligne, par contre, ne possèdent qu'un seul groupe moteur-génératrice, mais peuvent être accouplées entre-elles de sorte que l'on est amené à commander d'un seul poste de conduite les équipements de deux locomotives accouplées.

En principe, il n'y a aucune différence essentielle entre ces 2 cas; on utilise des fils de train passant d'un poste de conduite à l'autre et si c'est nécessaire, ces fils de train sont prolongés dans le véhicule suivant au moyen d'un câblot amovible placé entre les 2 locomotives.

Toutefois, certaines opérations se font différemment suivant que l'on se trouve sur un autorail ou sur une locomotive.

89 Cas des autorails à deux groupes moteurs.

Sur ces engins, le lancement et l'arrêt de chaque moteur Diesel peut s'effectuer à partir de n'importe quel poste de conduite. Il y a également dans chaque poste de conduite deux séries d'appareils de mesure, une pour chaque motorisation.

90 Cas des locomotives à un seul groupe moteur.

Sur les locomotives circulant accouplées, il n'est possible de lancer un moteur Diesel qu'à partir de la locomotive sur laquelle il se trouve. Il en est de même pour l'arrêt normal, mais en cas d'urgence, il est possible d'arrêter tous les moteurs Diesel à partir du poste de conduite occupé.

De même, chaque poste de conduite ne comprend que les appareils de mesure intéressant la motorisation de la locomotive sur laquelle on se trouve. Mais, en cas de déclenchement d'un appareil de sécurité sur l'une ou l'autre des locomotives circulant accouplées, l'alarme est donnée simultanément dans tous les postes de conduite.

VI. DESCRIPTION DES PRINCIPAUX SYSTEMES.**91 Principes généraux.**

Nous avons vu (art. 74) que la génératrice principale d'une transmission électrique devait, autant que possible, obéir à la loi $U \times I = \text{constante}$.

Sur les autorails, en vue de ne pas compliquer l'équipement, le réglage de l'excitation de la génératrice principale s'obtient par des moyens purement électriques, c'est-à-dire entièrement indépendants du moteur Diesel. Dès lors, la caractéristique de la génératrice ne satisfait à la loi ci-dessus que de façon approximative.

Si la génératrice demande trop de puissance au Diesel, celui-ci est surchargé et diminue de vitesse; dans ce cas, la génératrice est conditionnée pour que sa puissance électrique diminue beaucoup plus rapidement que celle fournie par le moteur Diesel. Un nouvel équilibre peut ainsi s'établir, à une vitesse et une puissance légèrement inférieures.

Livret hlt

10. IV.

Page 66.

Si la génératrice n'absorbe pas toute la puissance disponible du Diesel, le régulateur de celui-ci réduit l'injection pour rétablir l'équilibre.

Dans les deux cas, la transmission n'utilise donc pas complètement la puissance que pourrait fournir le moteur Diesel.

Bien que les pertes de puissance qui se produisent ainsi soient relativement faibles, elles ne peuvent être admises sur les locomotives.

C'est pourquoi, dans les transmissions équipant les locomotives, le système d'excitation de la génératrice principale comporte une résistance variable, dite **régulateur de charge** commandée par le régulateur du moteur Diesel.

Dès que la vitesse de ce dernier s'écarte de la valeur correspondant au régime de marche choisi (par exemple la vitesse nominale pour le dernier cran de marche), le régulateur du Diesel agit à la fois sur le degré d'injection et sur le régulateur de charge, c'est-à-dire qu'il fait varier l'excitation et, par voie de conséquence, la puissance électrique de façon à rétablir la vitesse de rotation à la valeur convenable. Ainsi, la puissance absorbée par la génératrice correspond exactement, à tout moment, à la puissance disponible fournie par le moteur Diesel.

Ce système présente également l'avantage de protéger le moteur Diesel contre toute surcharge en cas de circonstances accidentelles, par exemple un injecteur défaillant; en effet, le régulateur de charge adapte alors automatiquement la puissance électrique à la puissance réduite du moteur Diesel.

Nous décrivons succinctement les deux systèmes basés sur ce principe, en usage sur les locomotives S.N.C.B.

92 **La transmission ACEC-Westinghouse** (locomotives types 201 et 270).

Dans ces locomotives du type BB, la génératrice principale alimente 4 moteurs de traction, couplés en permanence en série-parallèle.

Il y a 4 crans de shuntage sur les locomotives type 201 (fig. 66) dont la vitesse maximum est de 120 km/h et 1 cran de shuntage seulement sur les locomotives type 270 dont la vitesse maximum est de 50 km/h.

La génératrice principale est à excitation indépendante, c'est-à-dire qu'elle n'est munie que d'un seul enroulement d'excitation, alimentée par une excitatrice calée en bout d'arbre (fig. 67).

Cette excitatrice possède elle-même 6 pôles et 3 enroulements d'excitation, à savoir :

- 1) un enroulement shunt;
- 2) un enroulement série discordant, parcouru par le courant I de la génératrice principale;
- 3) un enroulement indépendant alimenté par la génératrice auxiliaire ou la batterie.

Ce dernier enroulement 3) est bobiné sur 4 pôles tandis que les enroulements 1) et 2) sont bobinés ensemble sur les deux autres pôles.

Cette excitatrice peut donc être considérée comme un ensemble de deux excitatrices en série, une à excitation indépendante (4 pôles) et l'autre à excitation compound discordante (2 pôles), dont les tensions s'additionnent.

La tension obtenue avec l'excitation indépendante (4 pôles) est constante [droite (a) de la fig. 68].

Les caractéristiques des enroulements shunt et série discordant sont choisies de telle façon que la tension obtenue avec cette excitation combinée (2 pôles) varie en fonction du courant I débité par la génératrice principale [comme représenté à la courbe (b) de la fig. 68]. Finalement, la tension résultante u aux bornes de l'excitatrice varie en fonction inverse du courant I selon la courbe u de la fig. 68. Il en est de même du courant dans l'enroulement d'excitation de la génératrice principale et par conséquent, finalement, de la tension U aux bornes de cette génératrice.

Livret hlt

10. IV.

Page 68.

La caractéristique ainsi obtenue pour la génératrice principale obéit à la loi $U \times I = \text{constante}$, seulement de façon approximative.

C'est pourquoi on insère dans le circuit d'excitation indépendante de l'excitatrice, une résistance variable (LR) (fig. 67) dite régulateur de charge, commandée hydrauliquement par le régulateur du moteur Diesel.

Si le moteur Diesel est surchargé, sa vitesse tend à diminuer; le régulateur augmente la résistance (LR), l'excitation et par conséquent, la puissance électrique diminuent et le Diesel reprend sa vitesse normale.

Si le moteur Diesel est déchargé, le régulateur diminue la résistance (LR) et la puissance électrique augmente.

On voit que le régulateur de charge a pour rôle de corriger la caractéristique de la génératrice principale de façon à adapter toujours exactement la puissance électrique à celle fournie par le moteur Diesel.

93 Transmission EMD (locomotives types 202-203-204).

Les transmissions de ces locomotives ne diffèrent entre elles que par le rapport de démultiplication des engrenages de commande des essieux moteurs et l'absence ou la présence d'un équipement de freinage rhéostatique.

La génératrice principale alimente 6 moteurs de traction (fig. 69). Trois régimes d'alimentation sont prévus au fur et à mesure que la vitesse de la locomotive augmente :

1) couplage série-parallèle : la génératrice alimente en série deux groupes de trois moteurs raccordés en série (contacteur S fermé);

2) couplage parallèle : tous les moteurs sont alimentés à la pleine tension de la génératrice principale (contacteurs P1 et P2 fermés);

3) shuntage : le couplage parallèle est maintenu (P1 et P2 fermés) et des résistances sont introduites aux bornes des inducteurs (contacteurs FS fermés).

La génératrice principale possède 3 enroulements d'excitation (fig. 70) :

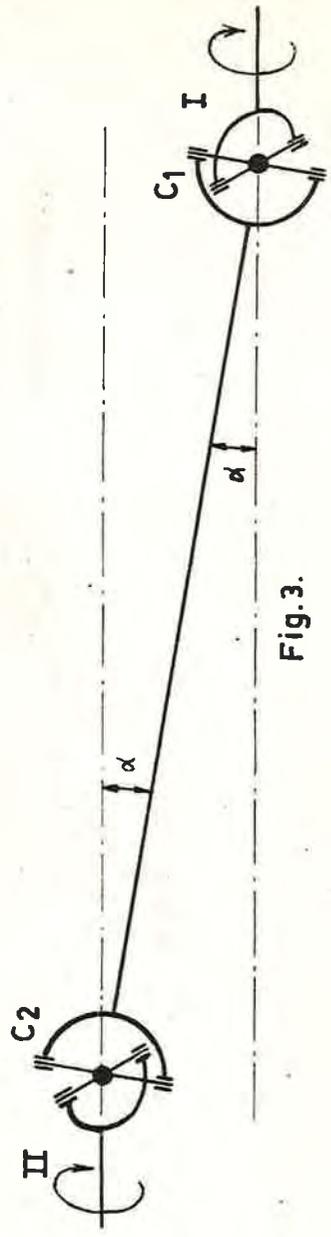
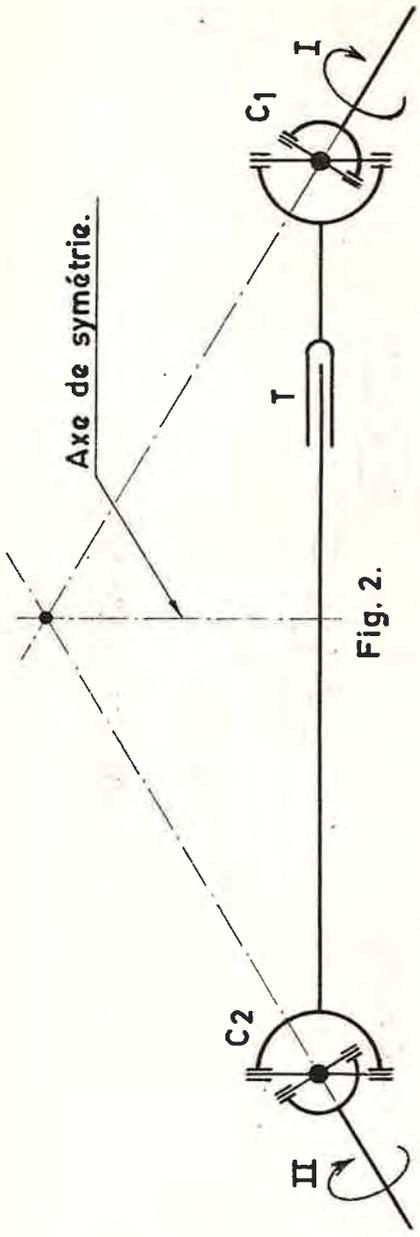
- 1) un enroulement shunt;
- 2) un enroulement série discordant;
- 3) un enroulement indépendant, alimenté par la génératrice ou la batterie, et dans le circuit duquel est inséré une résistance variable (LR), dite régulateur de charge, placé sous la dépendance du régulateur du moteur Diesel.

Il n'y a donc pas d'excitatrice.

La combinaison des enroulements shunt et série-discordant, considérée sans l'intervention de l'enroulement indépendant, donne à la caractéristique de la génératrice principale, une forme plongeante, mais n'ayant pas sa concavité tournée dans le sens désiré [courbe (b) de la fig. 71]. Pour obtenir leur caractéristique hyperbolique [courbe (a) de la fig. 71] l'excitation indépendante doit fournir la tension supplémentaire nécessaire pour passer de la courbe (b) à la courbe (a). Par exemple, pour un courant débité I égal à (OA), l'excitation indépendante doit fournir une tension $AC - AB = BC$.

Cette tension complémentaire est donc variable avec la valeur du courant débité I .

C'est le régulateur de charge qui règle la valeur de l'excitation indépendante à la valeur convenable pour obtenir à tout moment la tension voulue. Ce régulateur travaille selon le même principe que dans la transmission ACEC-Westinghouse. Il doit cependant ici corriger des variations de tension plus importantes.



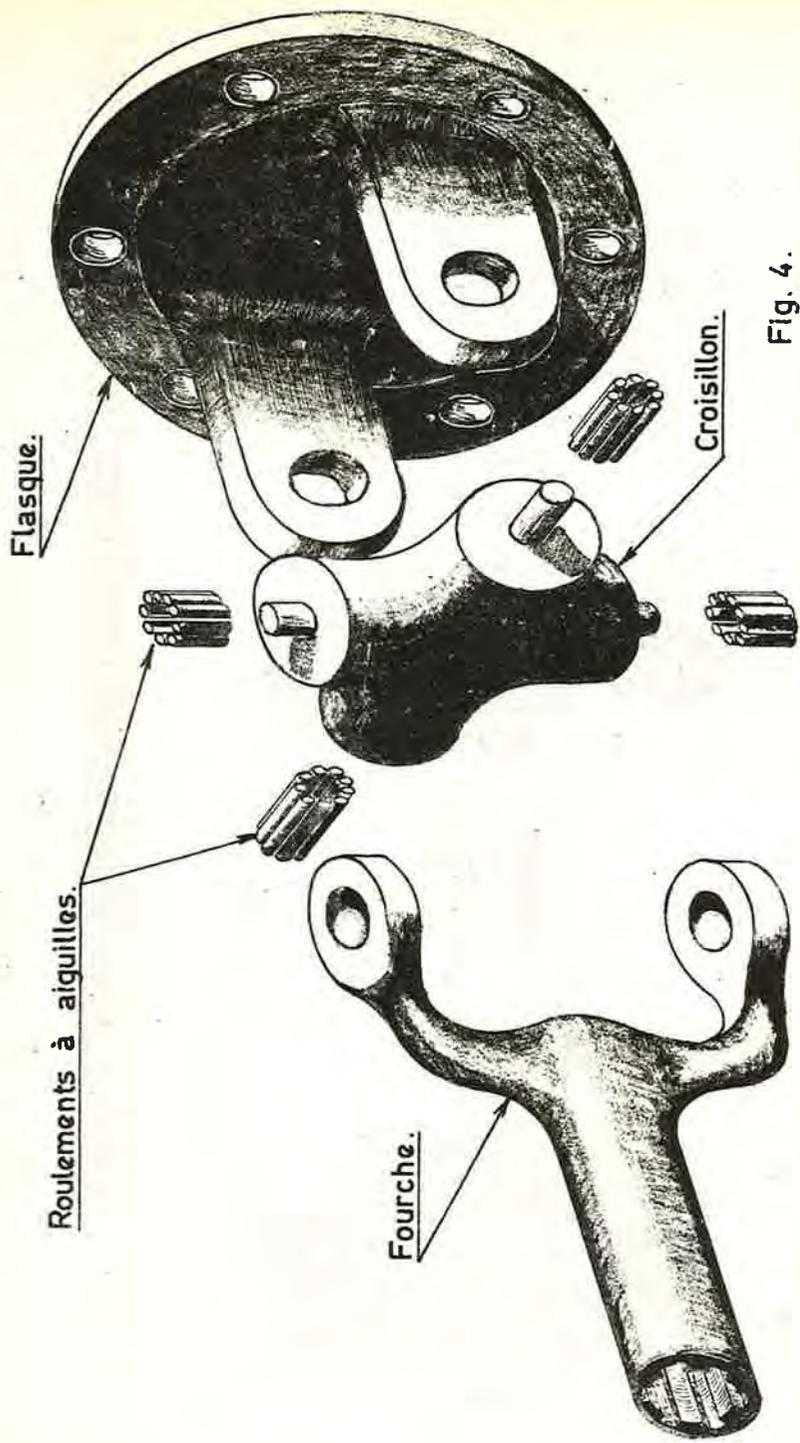


Fig. 4.

JOINT DE CARDAN.

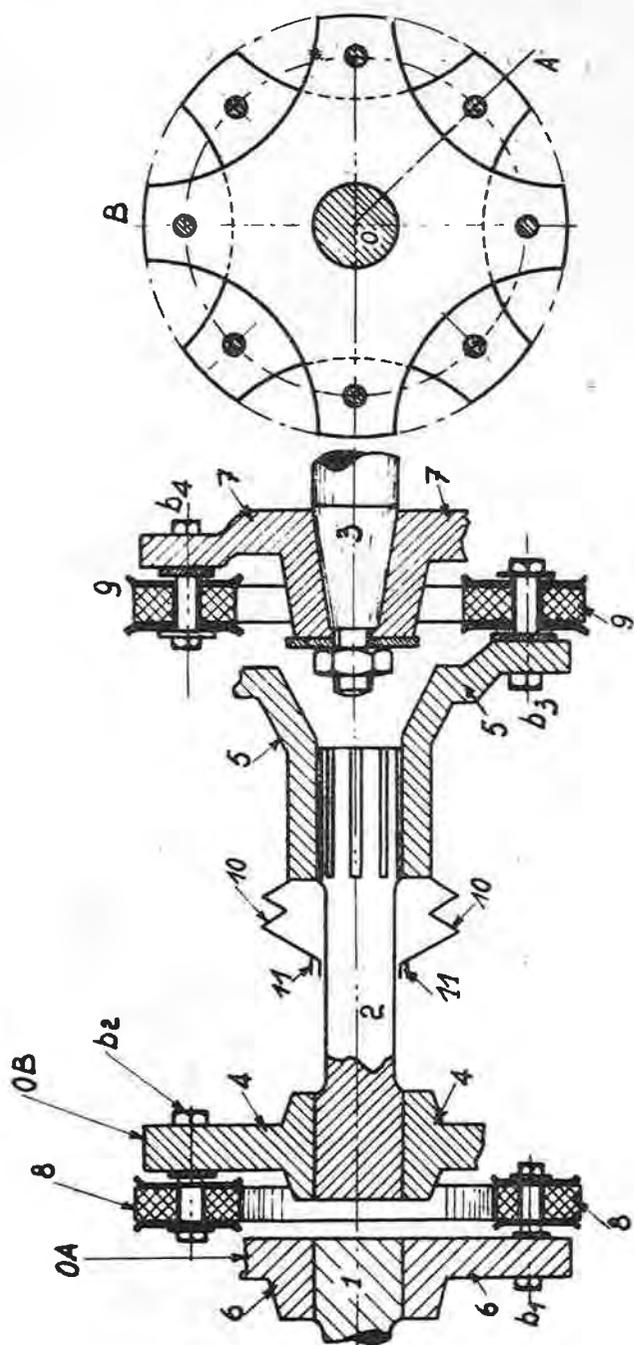


Fig. 5. ARBRE A ACCOUPLEMENTS ELASTIQUES "HARDY" ET JOINT TELESCOPIQUE.

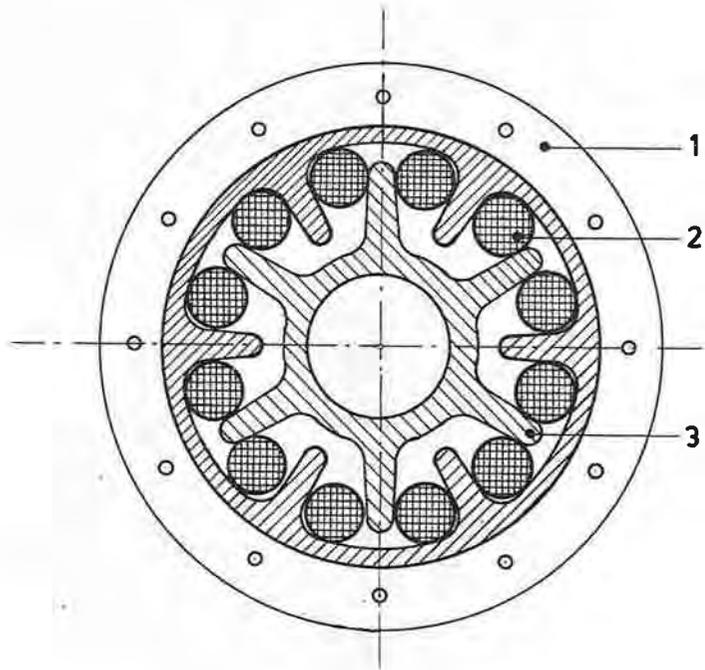


Fig. 6. ACCOUPLEMENT HOLSET.

1. Plateau fixé sur le volant du moteur.
2. Cylindres en caoutchouc.
3. Manchon calé sur l'arbre côté transmission.

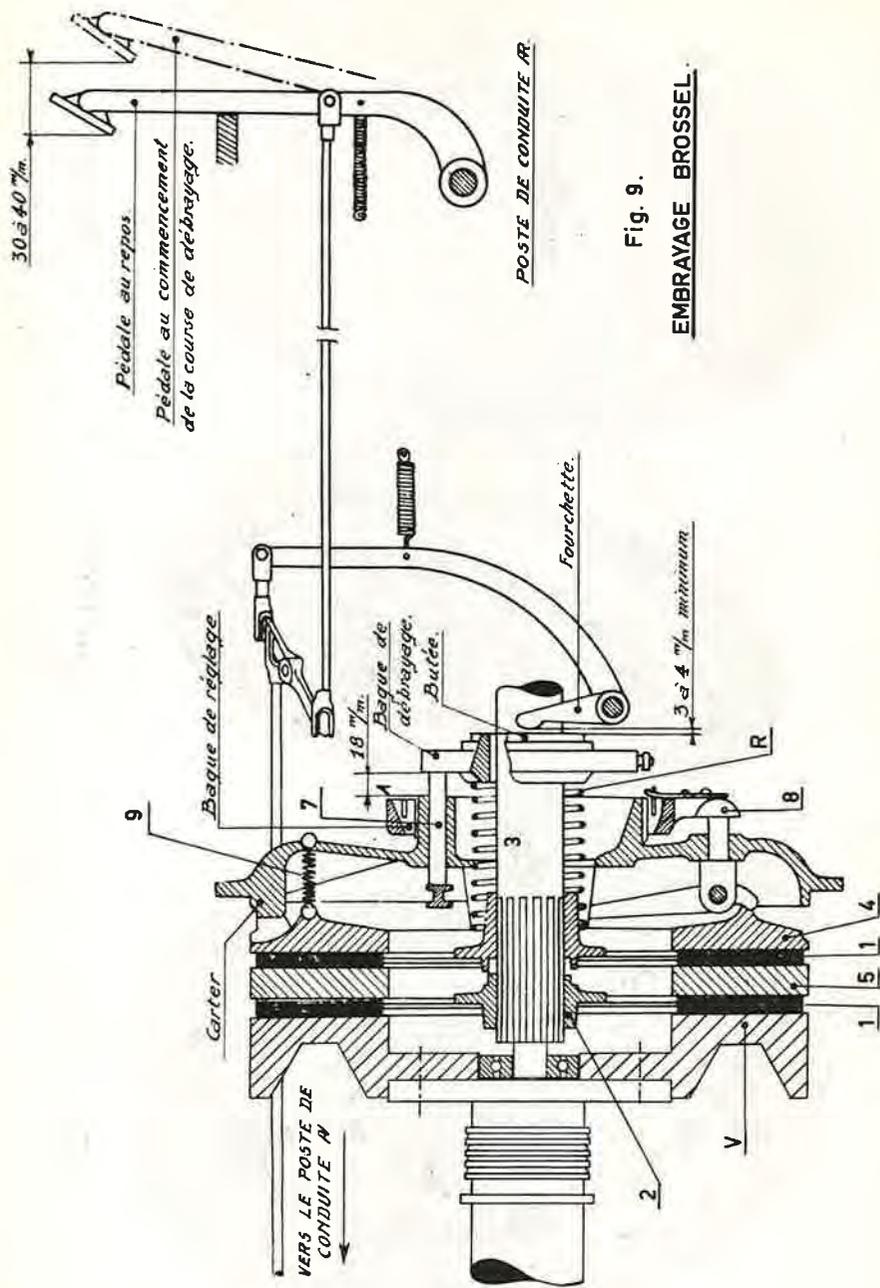


Fig. 9.

EMBRAYAGE BROSELET.

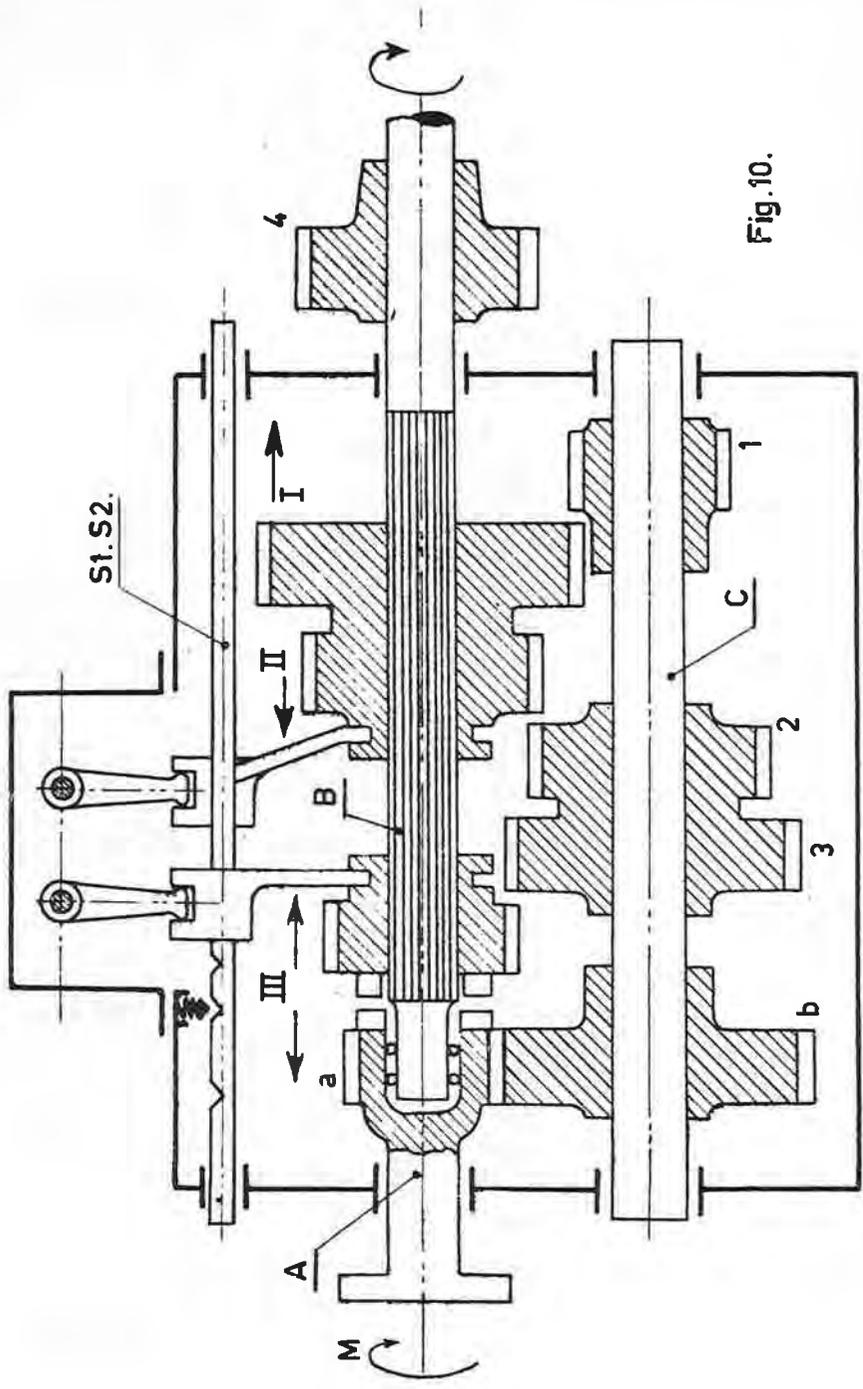


Fig. 10.

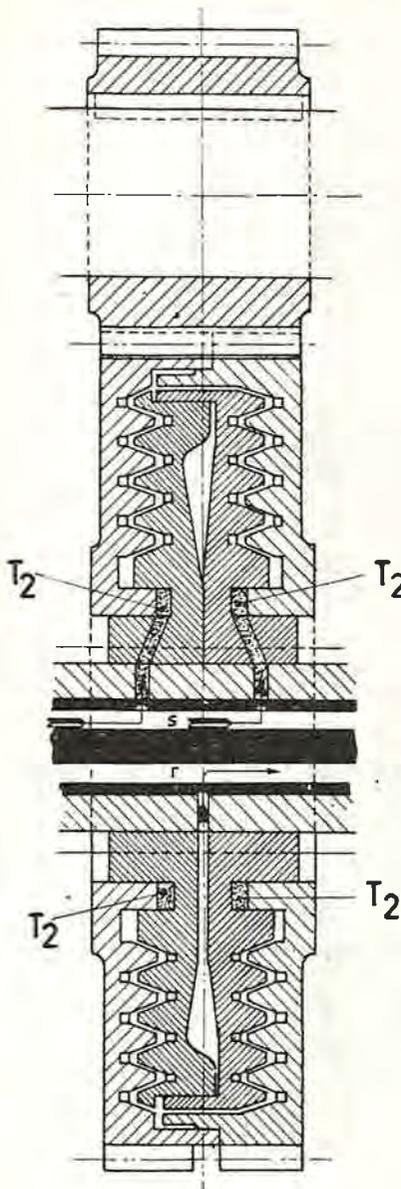


Fig. 16.

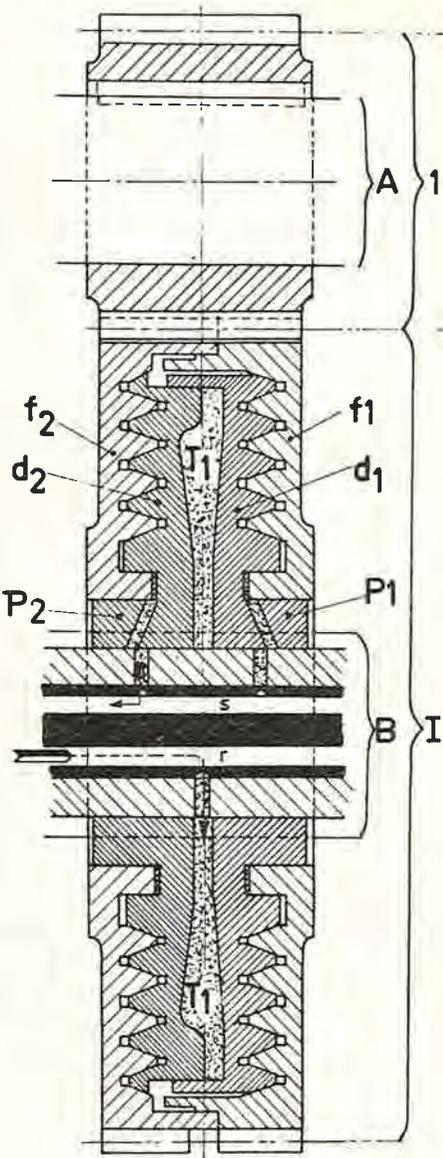


Fig. 17.

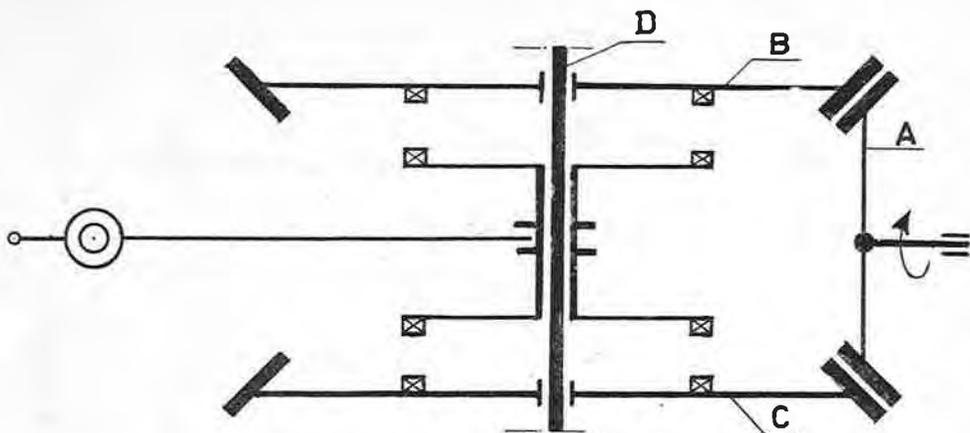


Fig. 18.

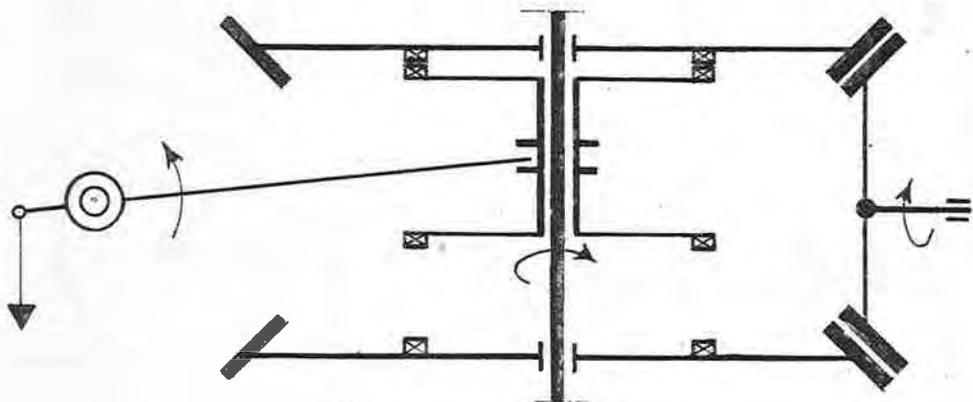


Fig. 19.

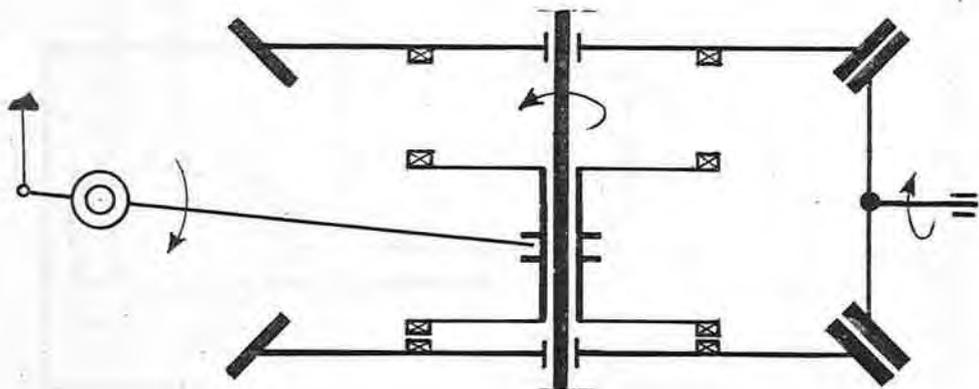
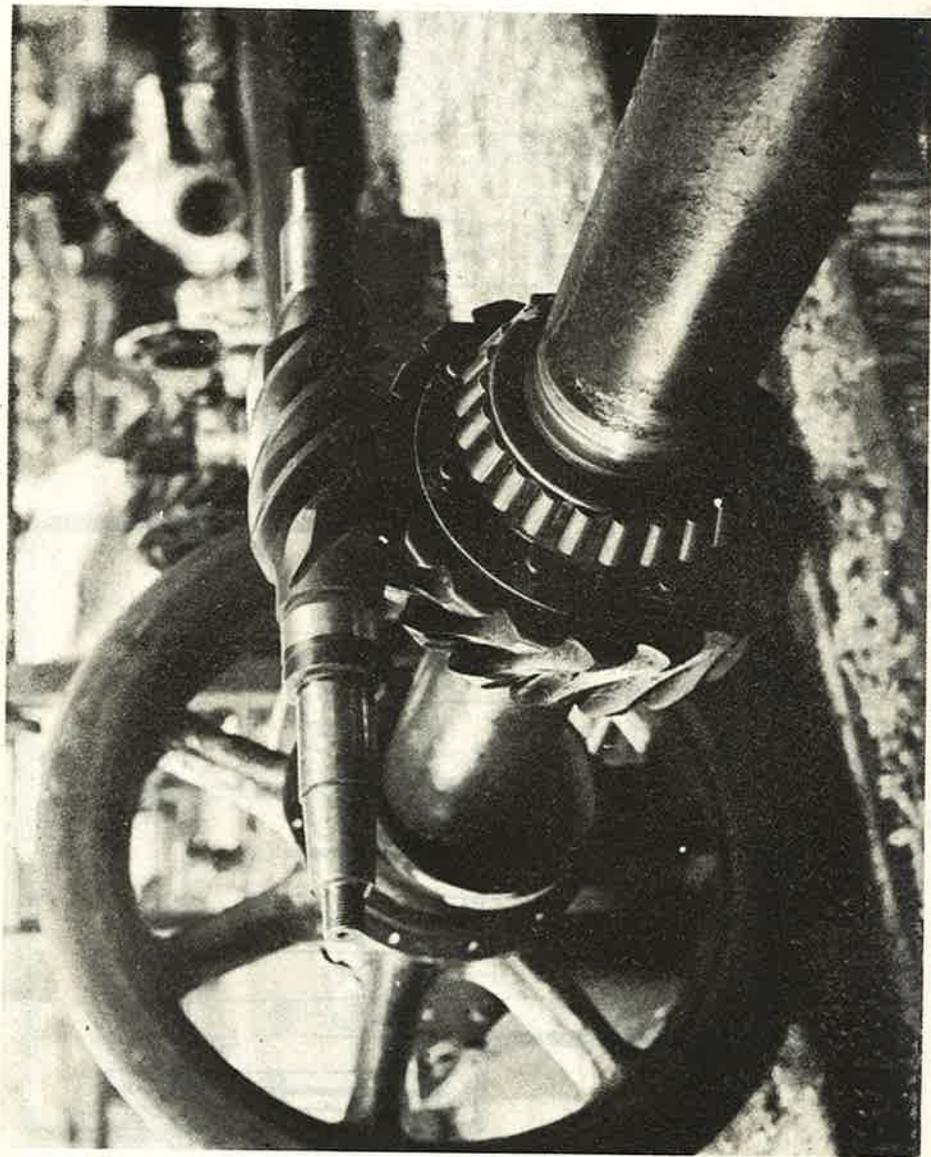


Fig. 20.

Fig. 23.

PONT D'ESSIEU
BROSSEL.



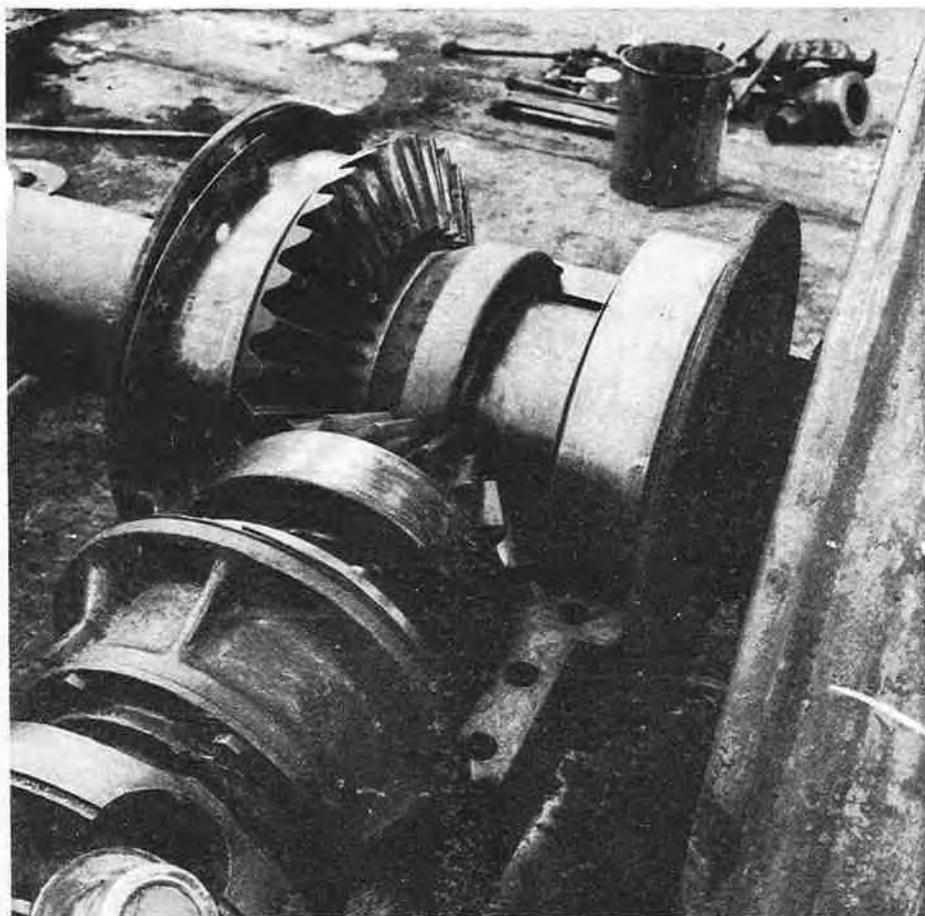


Fig. 24.

PONT D'ESSIEU CARELS.

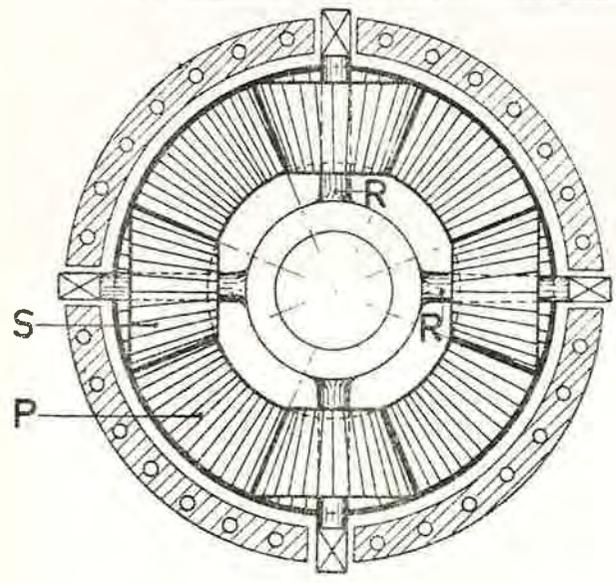
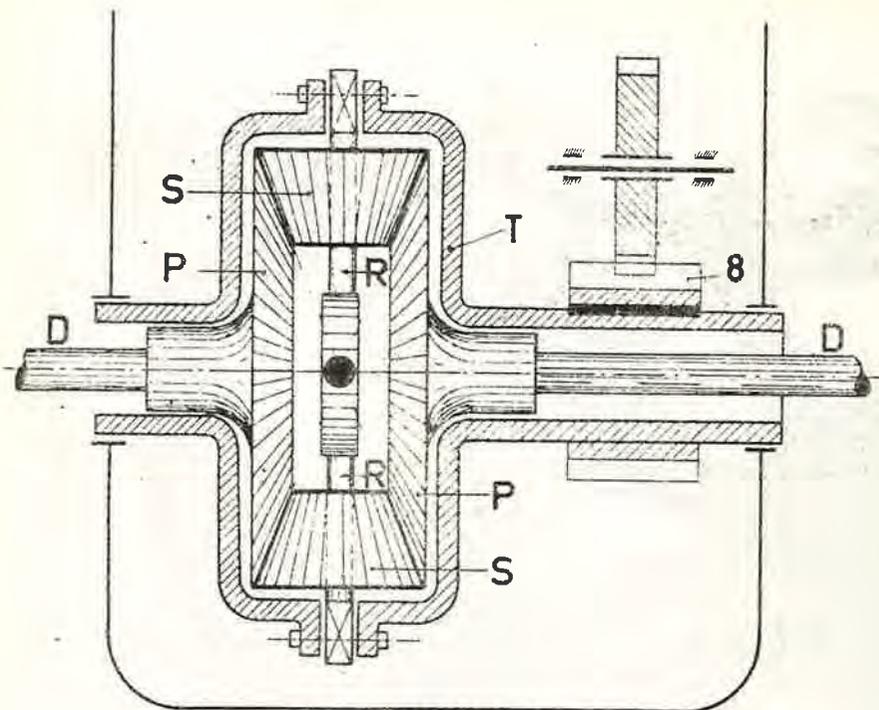


Fig. 25.

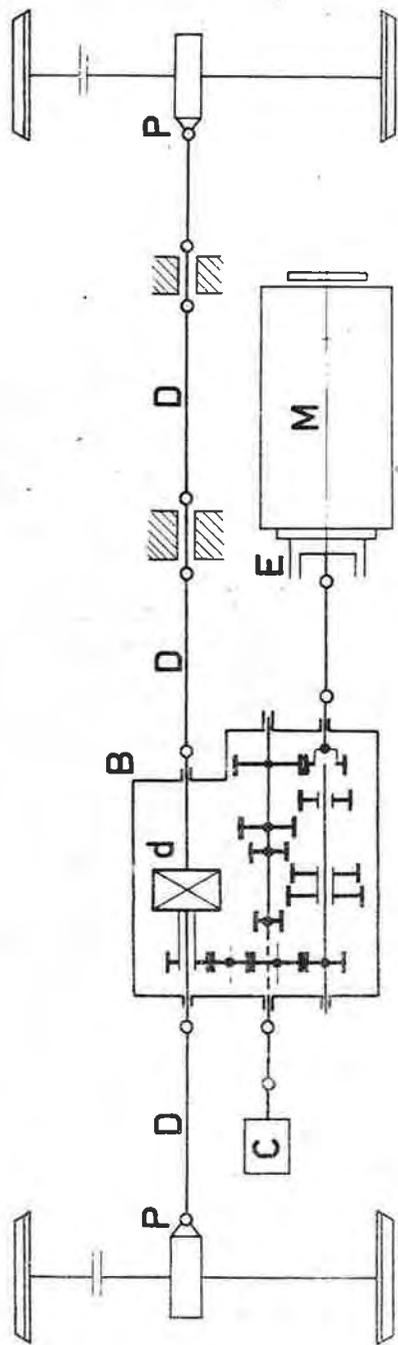


Fig. 26. AUTORAILS BROSSEL T. 553 - 554.

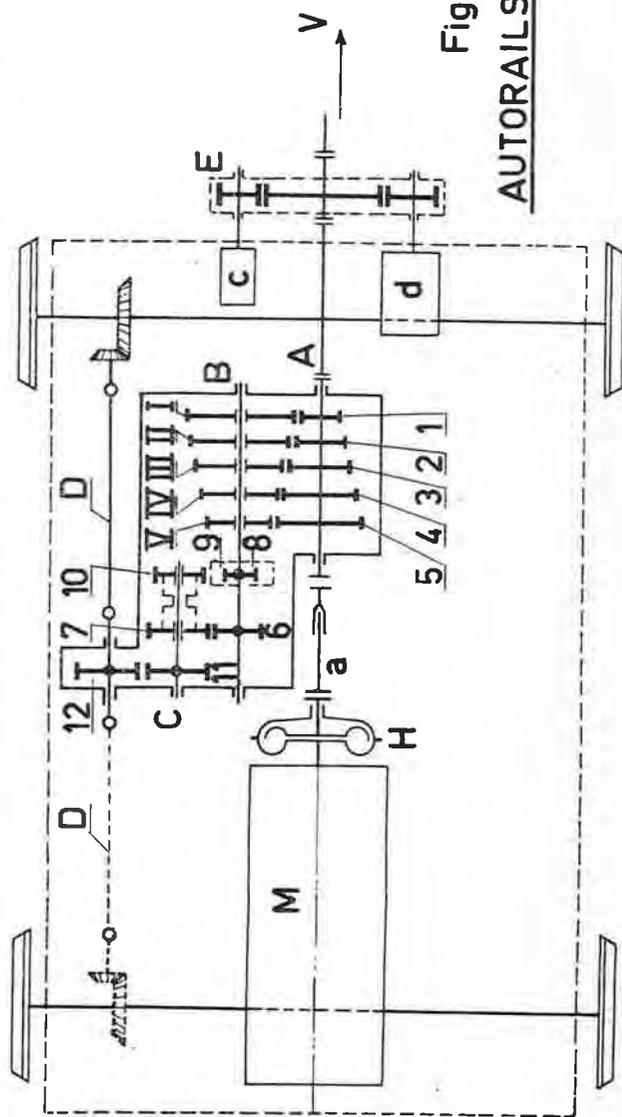
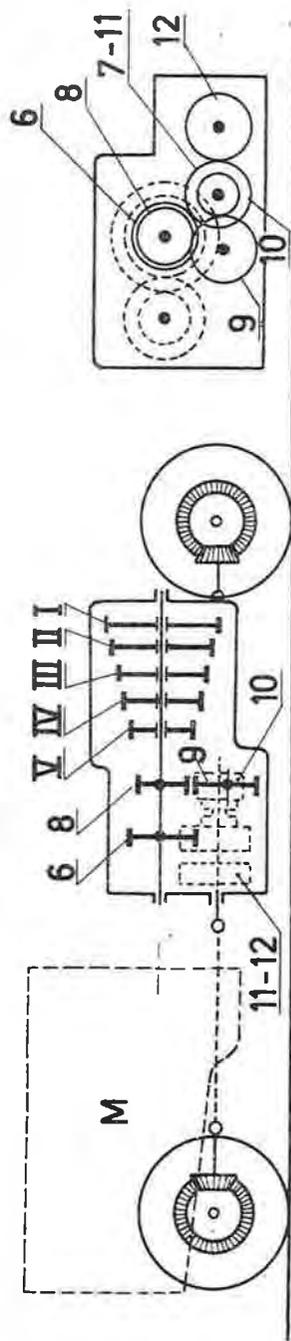


Fig. 27.

AUTORAILS T. 608-620.

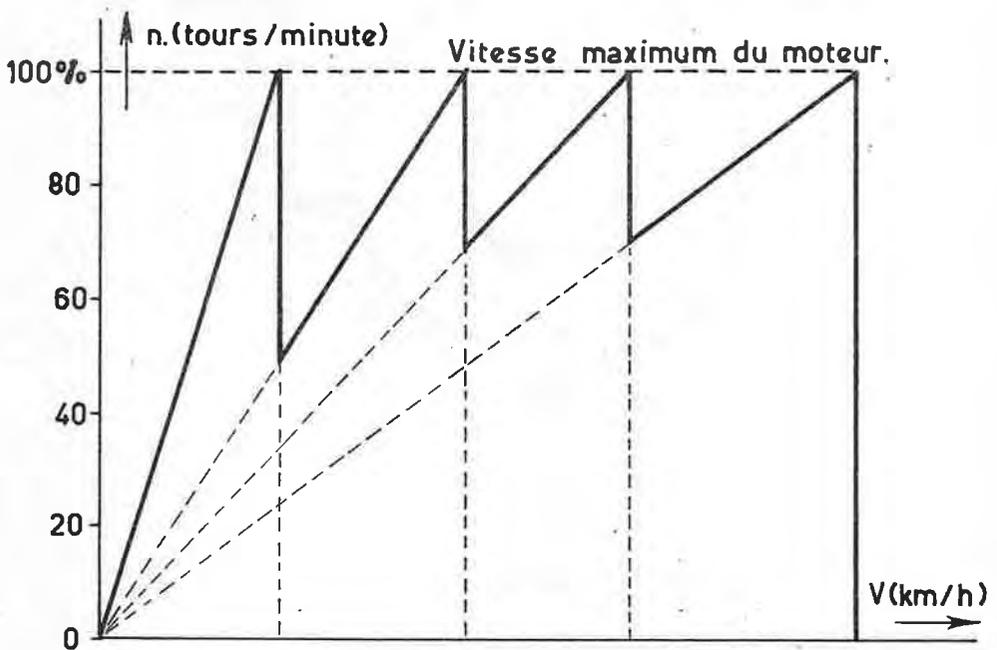
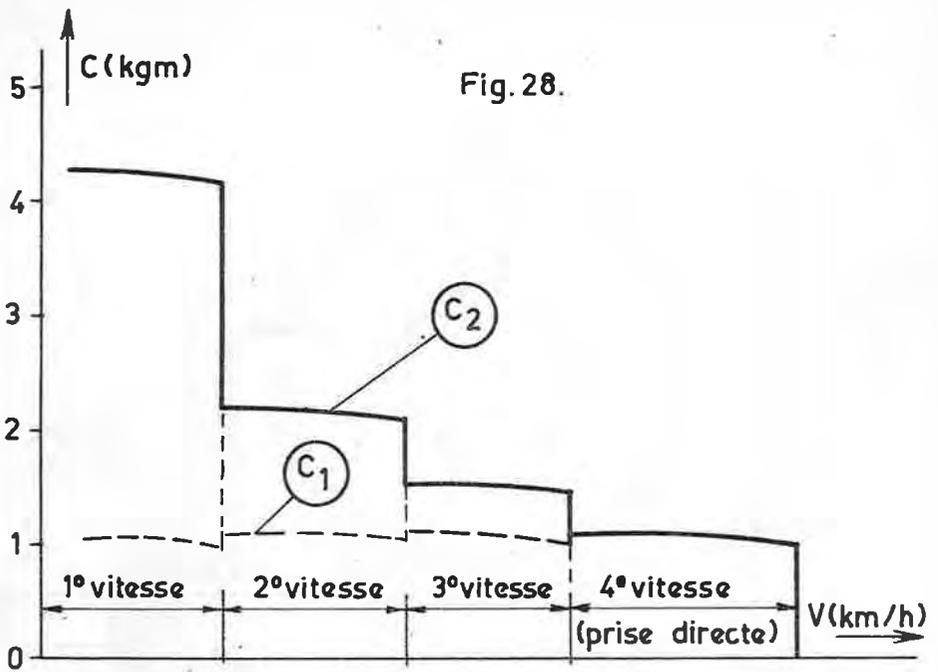


Fig. 29.

100%
vitesse maximum
du véhicule.

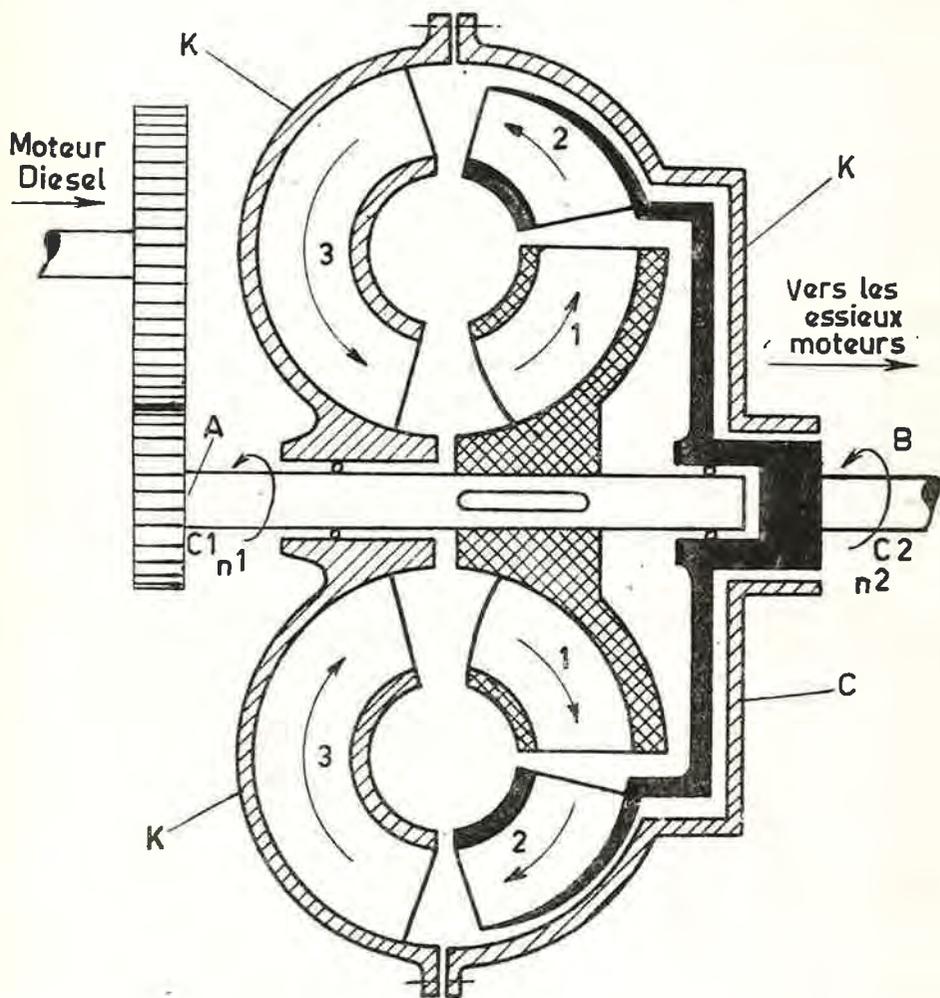


Fig. 30.

CONVERTISSEUR DE COUPLE.

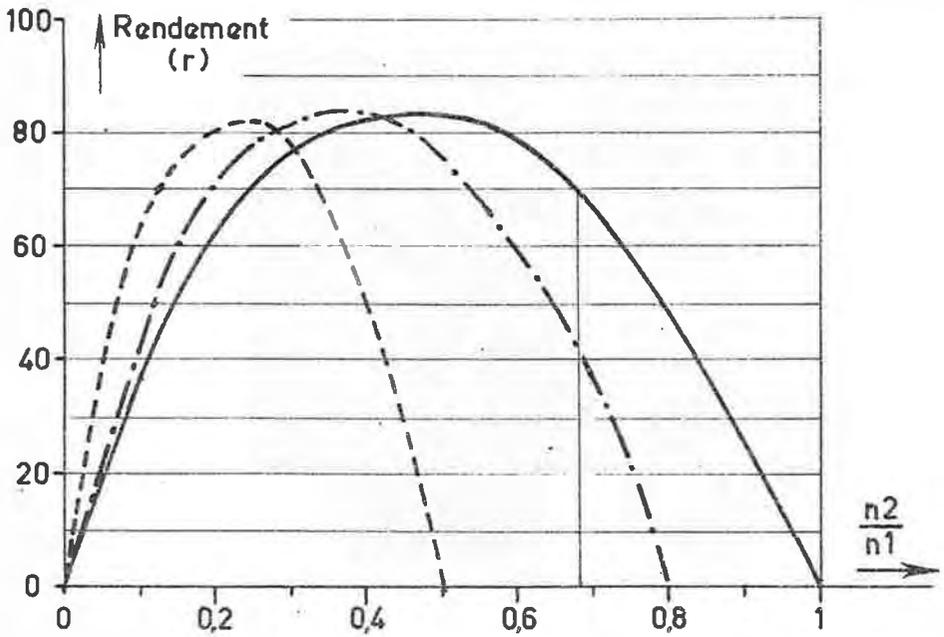
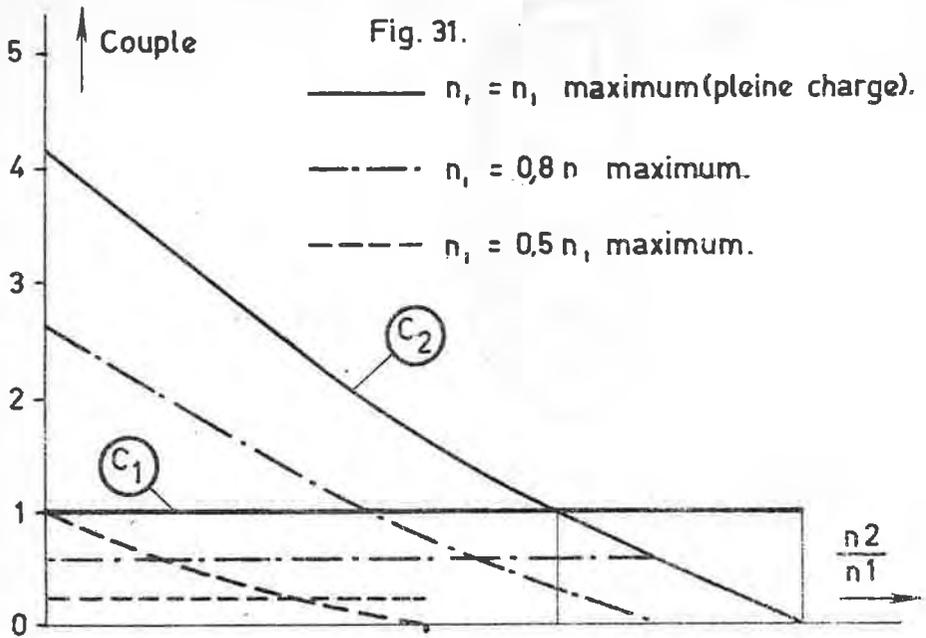


Fig. 32

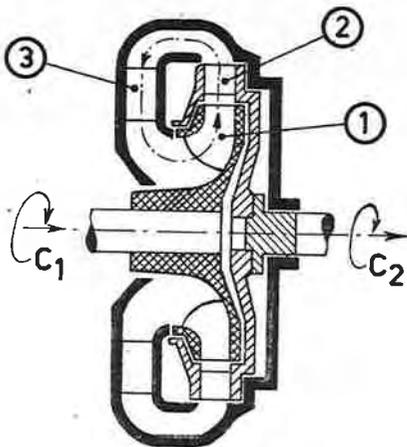


Fig. 33.

CONVERTISSEUR DE COUPLE VOITH.

(Transmissions L 37 et L 37 Z.)

- 1. Roue-pompe.
- 2. Roue-turbine.
- 3. Aubages de réaction.

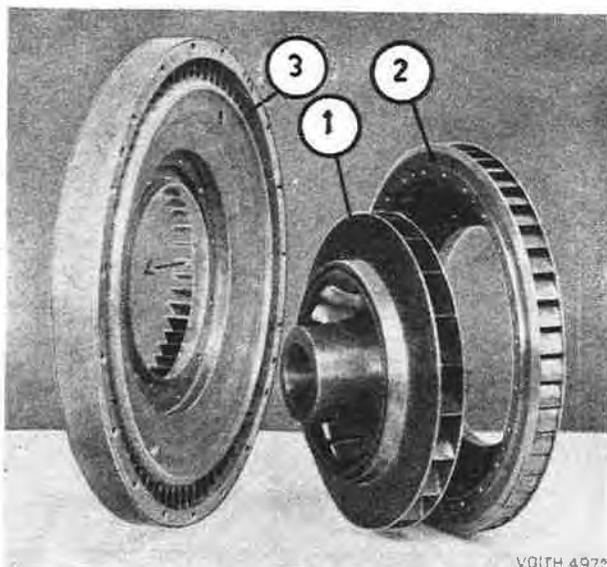


Fig. 34.
Pièces constitutives du convertisseur.

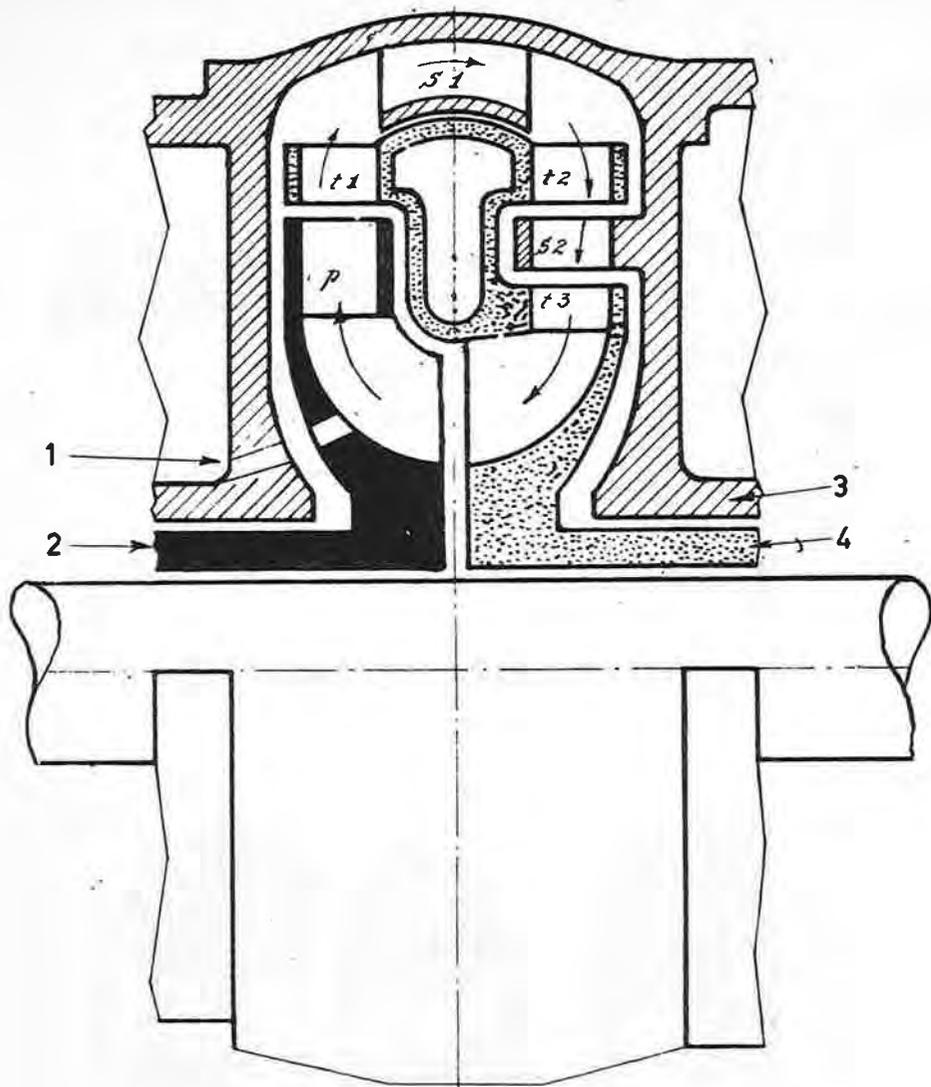


Fig. 35. COUPE SCHEMATIQUE D'UN CONVERTISSEUR DE COUPLE "TWIN DISC".

-  Parties fixes (Stator).
-  Parties primaires. (Pompe).
-  Parties secondaires (Turbine).

1. Alimentation en huile.
2. Arbre creux de la pompe.
3. Carter avec 2 couronnes d'ailettes fixes : S1 et S2.
4. Arbre creux de la turbine à 3 étages : t1, t2 et t3.

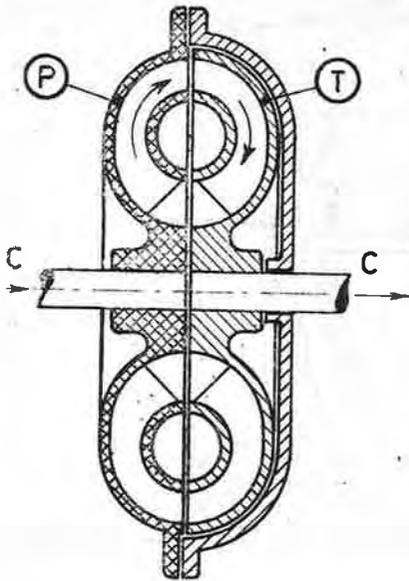
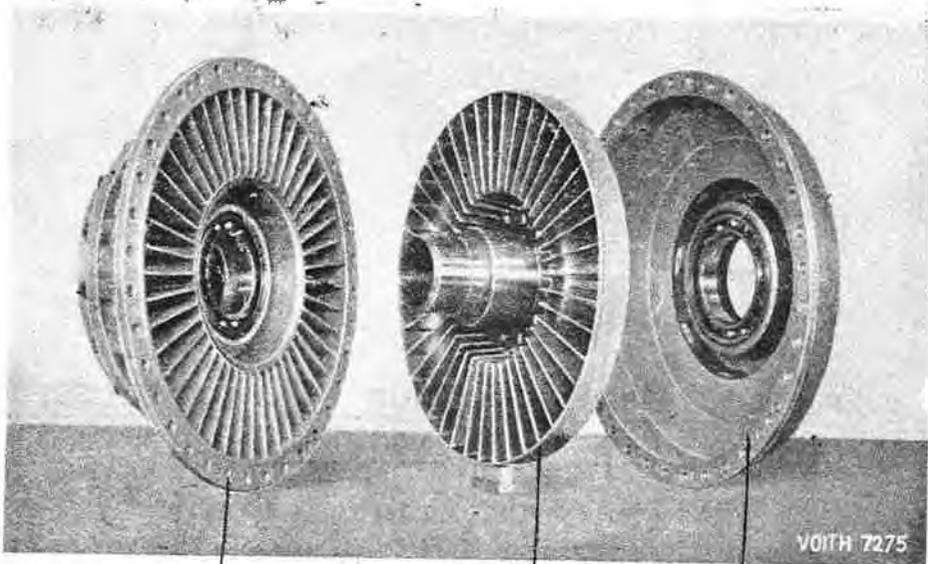


Fig. 36.

COUPE SCHEMATIQUE D'UN
COUPLEUR HYDRAULIQUE.

P. Roue - pompe.
T. Roue - turbine.

ROUES ET CARTER D'UN COUPLEUR.



Roue pompe

Roue turbine

Carter

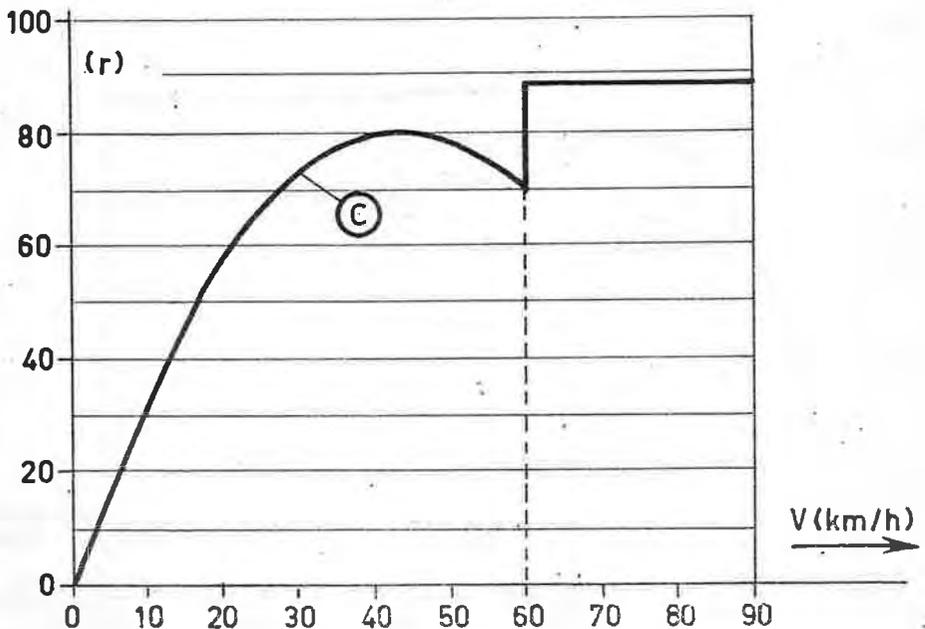
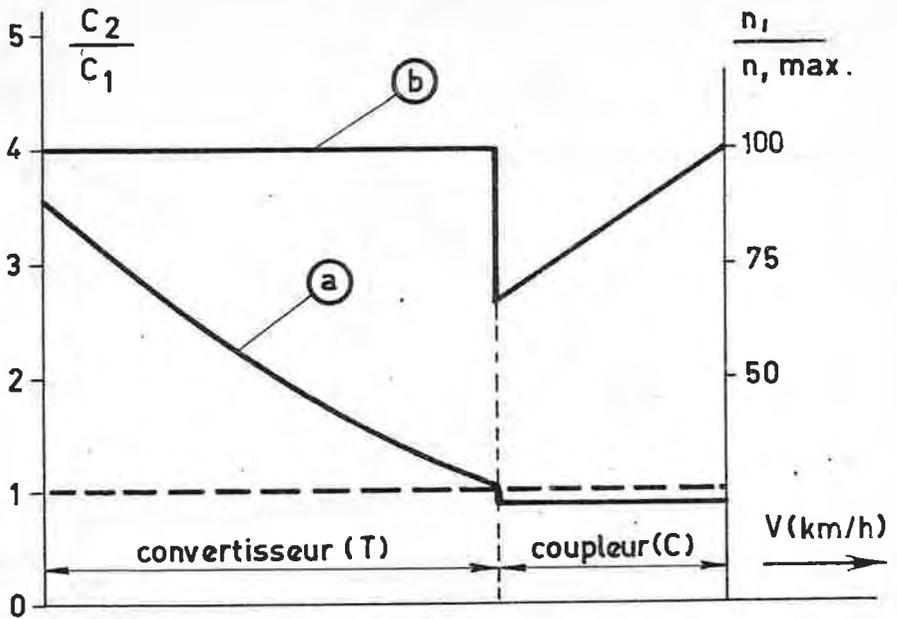


Fig. 37. TRANSMISSION SEM TYPE GTC4.
 Autorails type 603 (90 km/h).

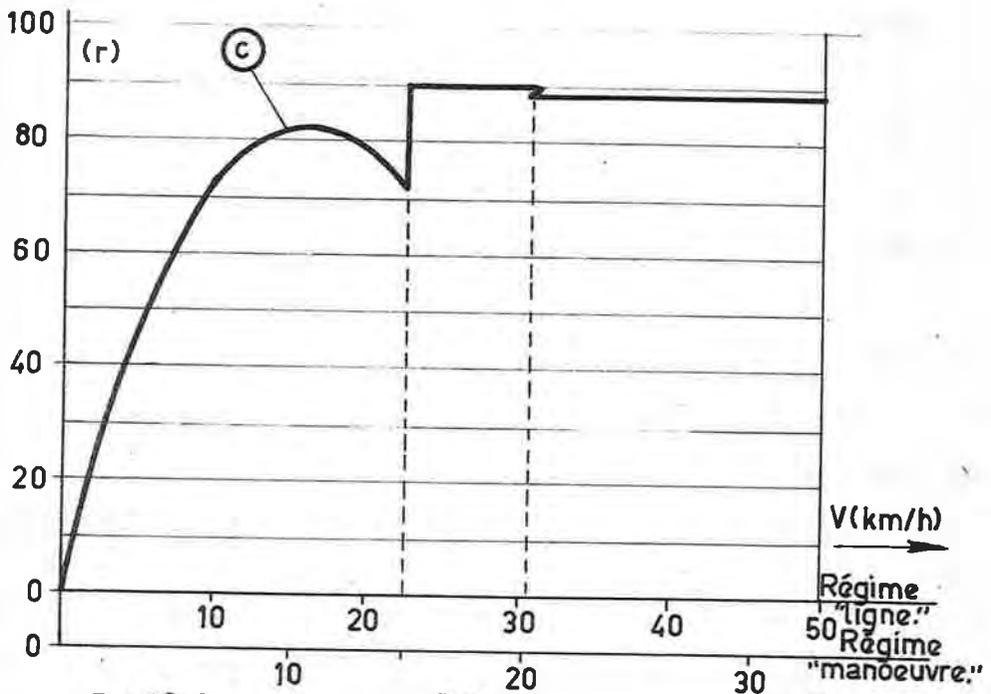
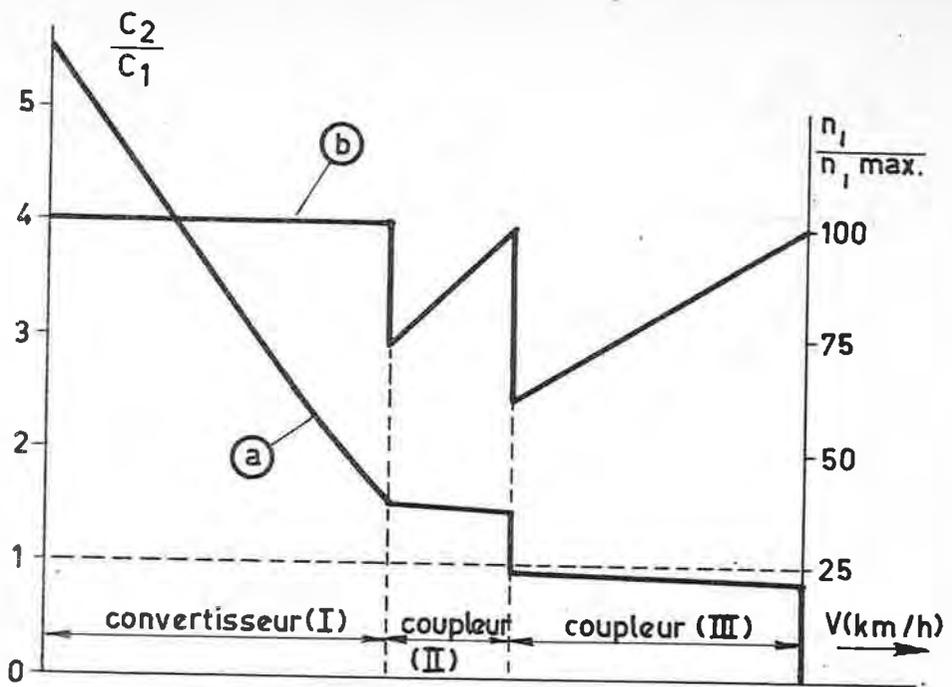


Fig.38. TRANSMISSION "VOITH L 37 OU L 37 Z."
 (Locomotives types 250-252-253-272).

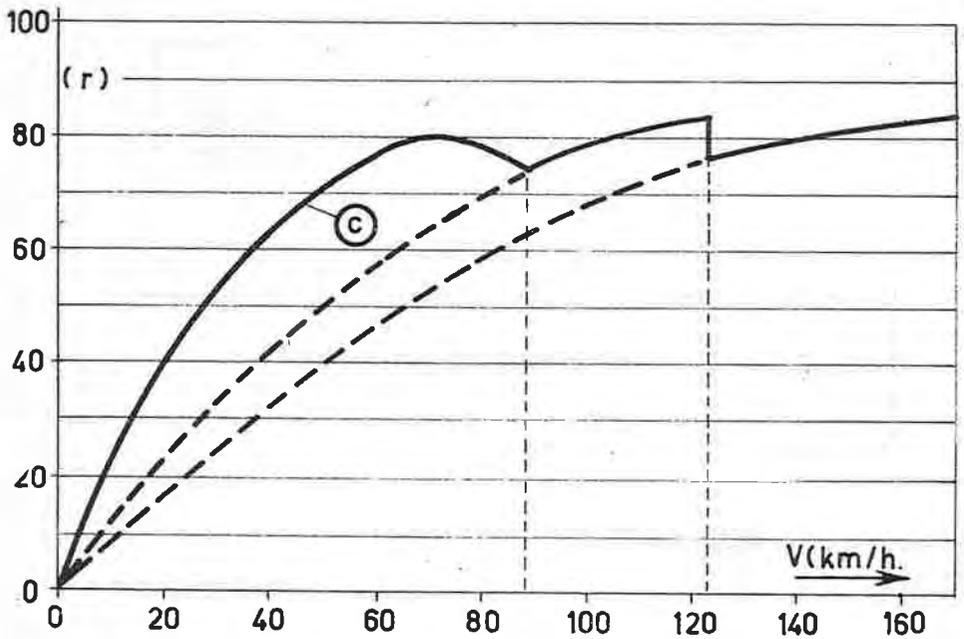
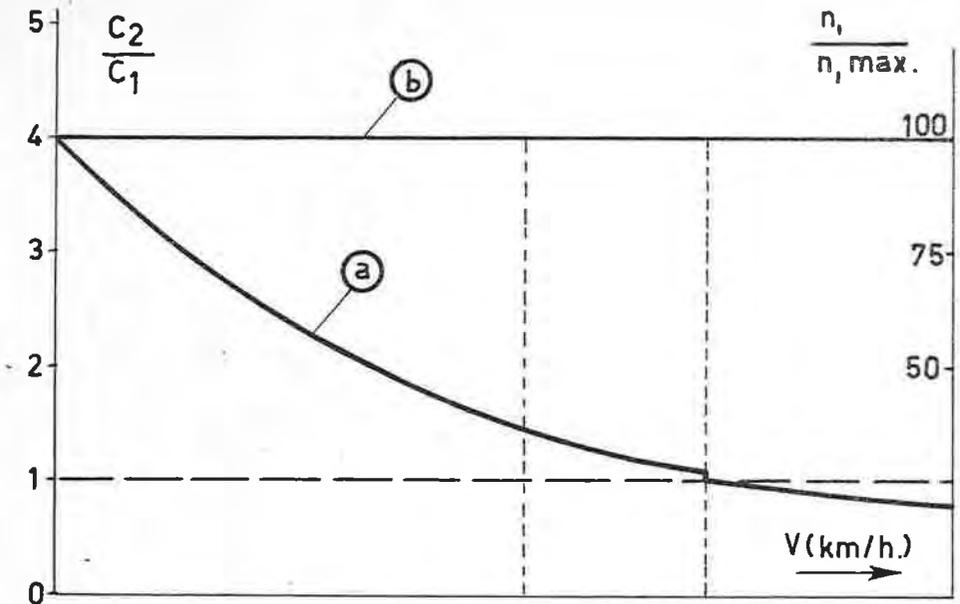


Fig.39. TRANSMISSION "VOITH TYPE 45 MZ."
(Autorails type 670.)

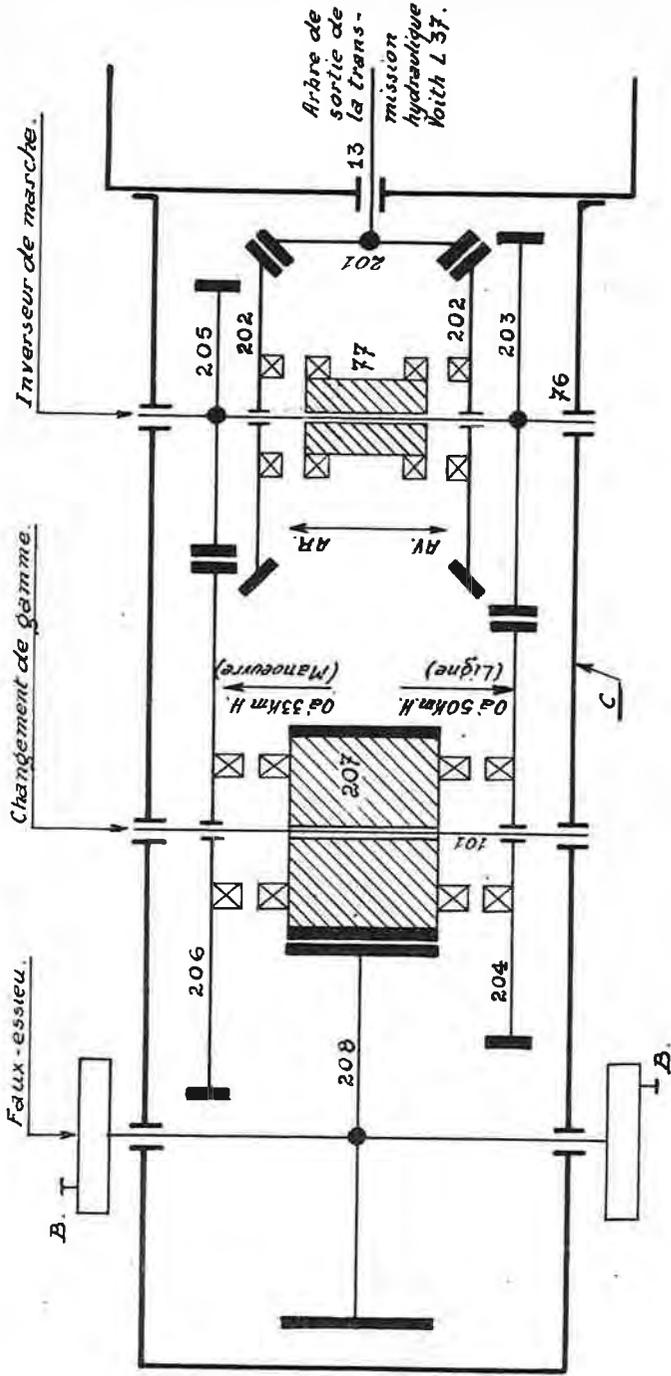


Fig. 42. SCHEMA DU REDUCTEUR-INVERSEUR MYLIUS, TYPE SWB 37.

Locomotives type 250.

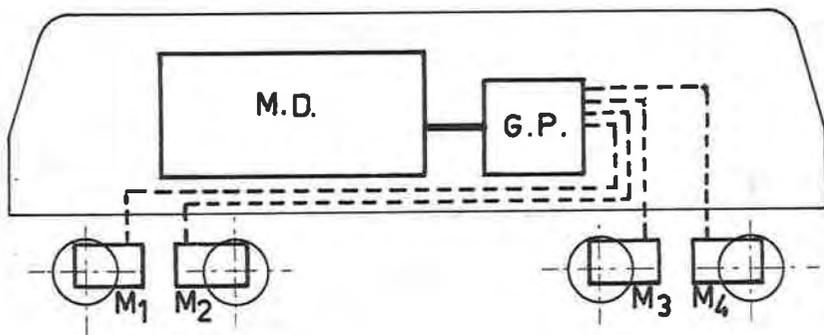


Fig. 43.

PRINCIPE DE LA TRANSMISSION ELECTRIQUE.

- | | |
|---|-------------------------|
| M.D. | Moteur Diesel. |
| G.P. | Génératrice principale. |
| M ₁ , M ₂ , M ₃ , M ₄ , | Moteurs de traction. |
| ----- | Circuits électriques. |

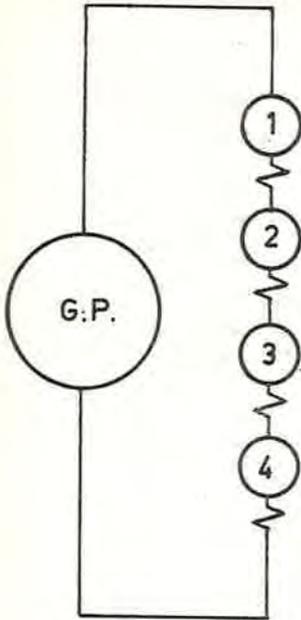


Fig. 47.

COUPLAGE SERIE.

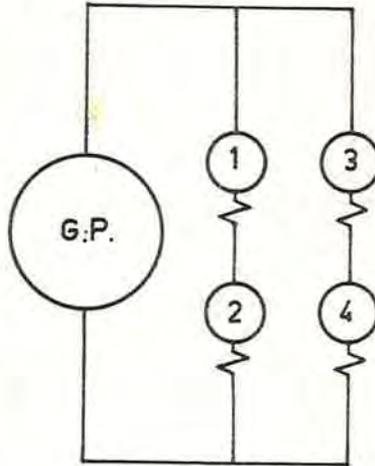


Fig. 48.

COUPLAGE
SERIE - PARALLELE.

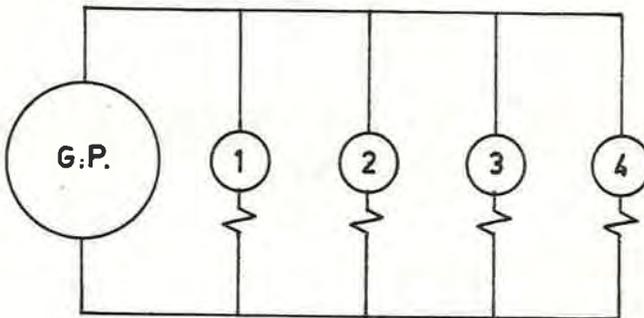


Fig. 49.

COUPLAGE PARALLELE.

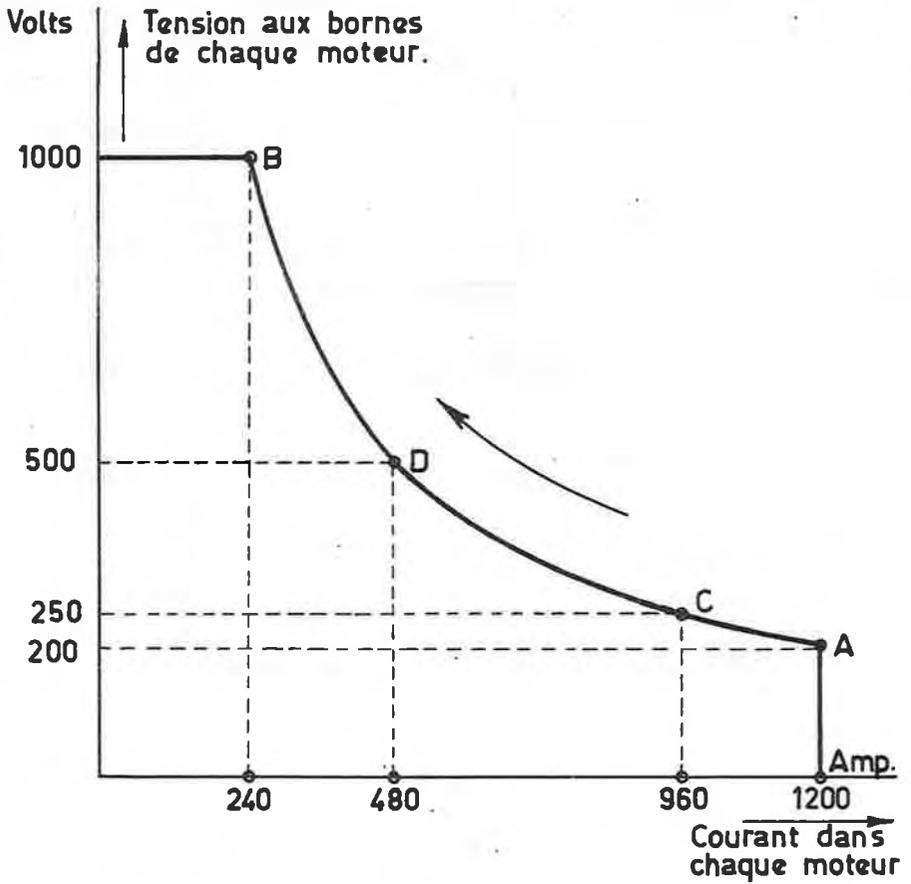


Fig. 50.

AC : Couplage série.

CD : Couplage série-parallèle.

DB : Couplage parallèle.

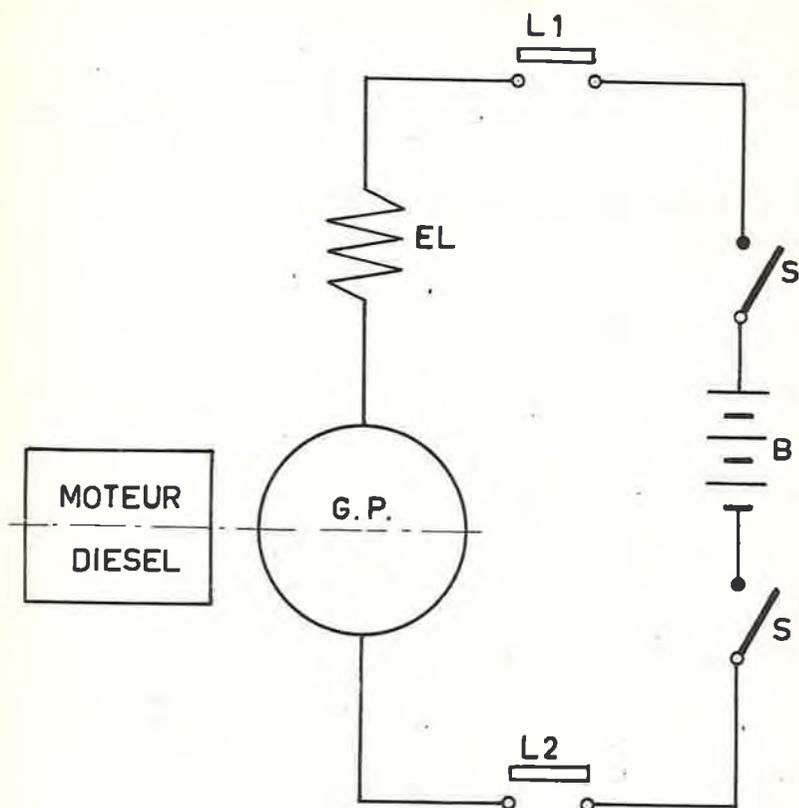


Fig. 63

GP: Génératrice principale.

EL: Enroulement de lancement.

B: Batterie d'accumulateurs.

L1,L2:Contacteurs de lancement.

S: Interrupteur principal de batterie.

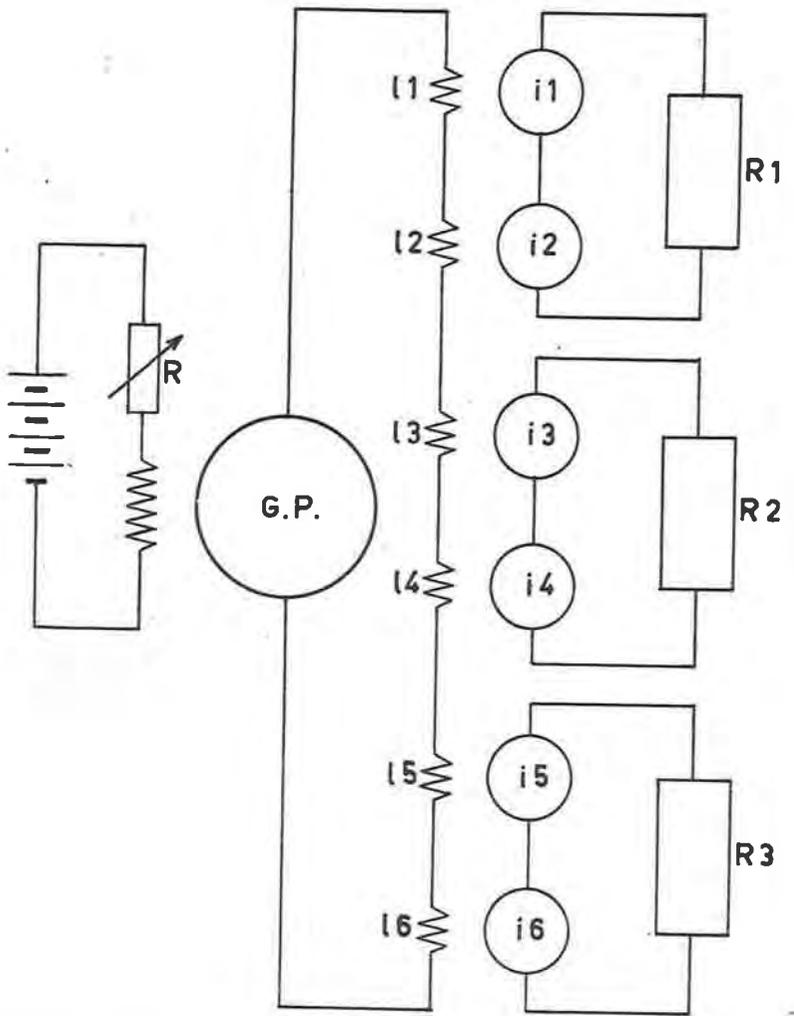


Fig. 64.

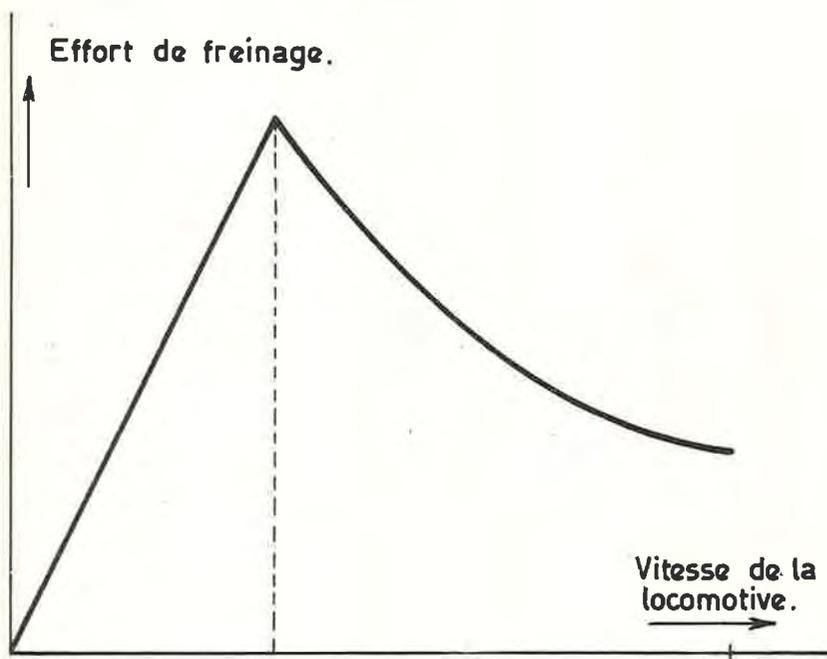


Fig. 65.

FREINAGE RHEOSTATIQUE.

Variation de l'effort de freinage en fonction de la vitesse de la locomotive.

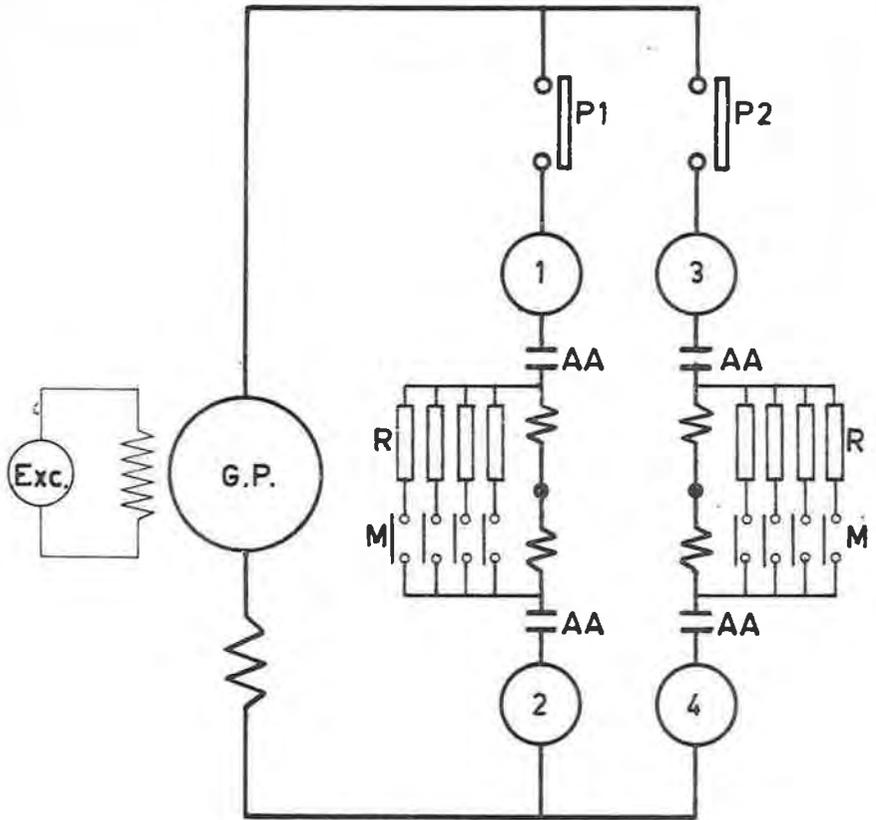


Fig. 66.

1,2,3,4: Moteurs de traction.

P1,P2,: Contacteurs de puissance.

AA : Contacts de l'inverseur de marche.

R : Résistances de shuntage.

M : Contacteurs de shuntage.

GP : Génératrice principale.

Exc. : Excitatrice.

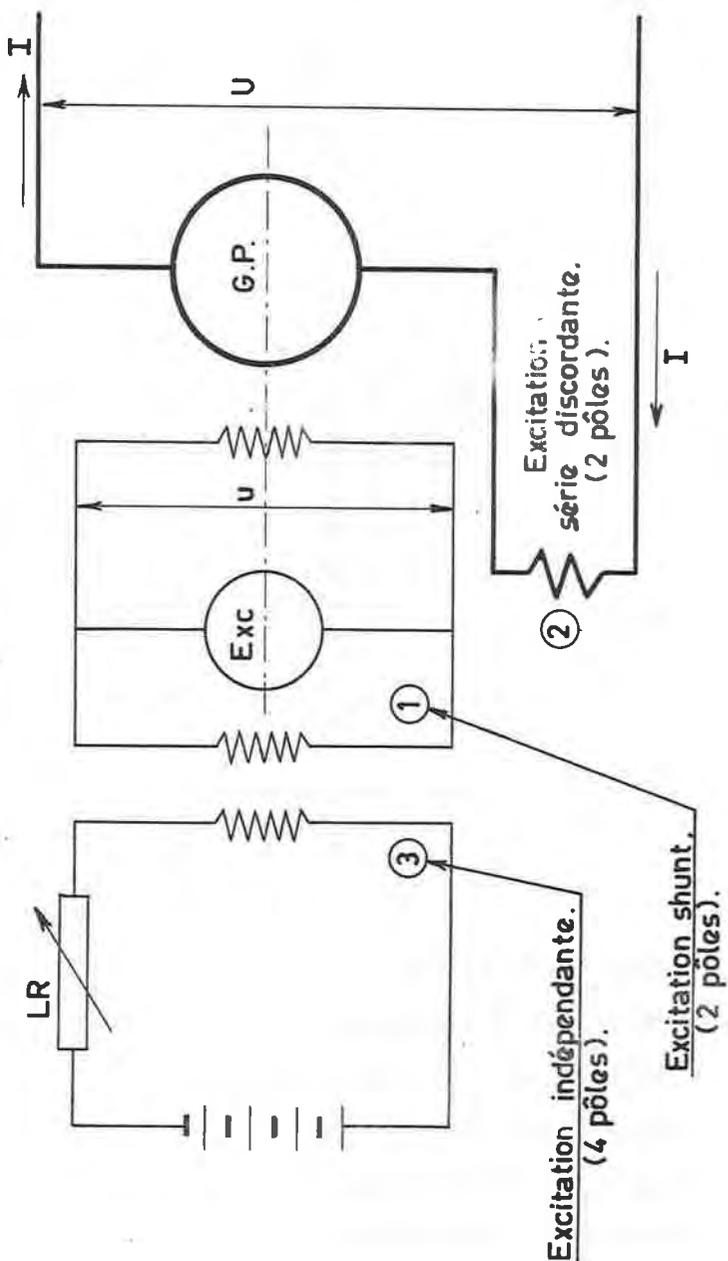


Fig. 67.

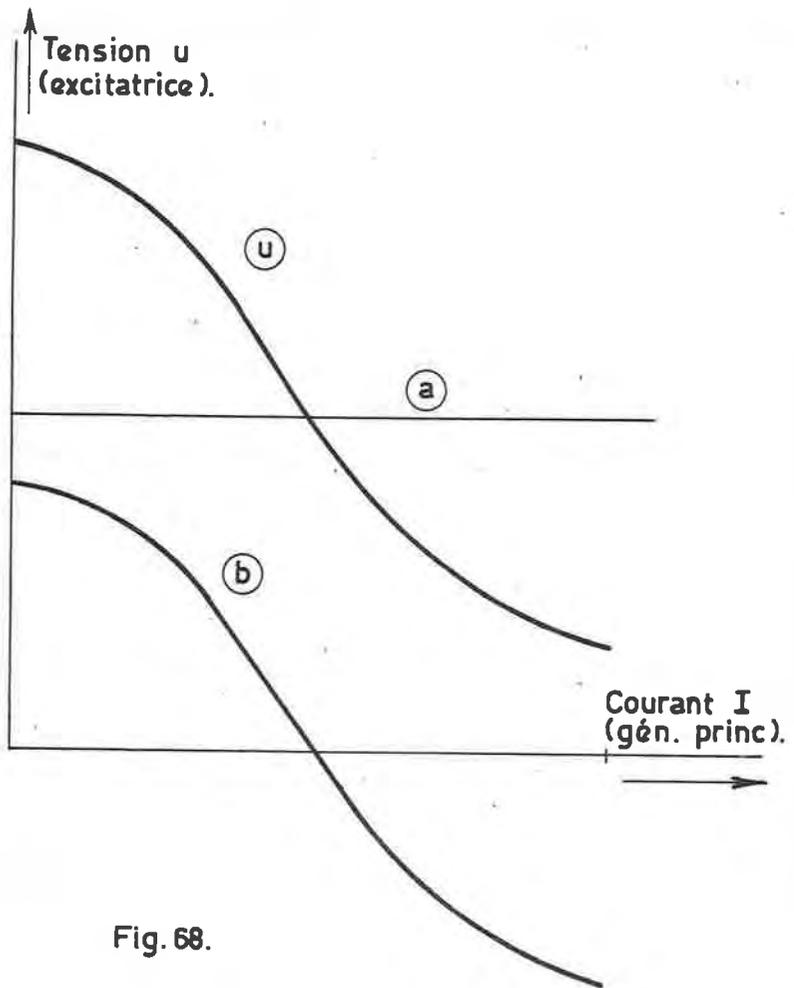


Fig. 68.

a = Tension obtenue avec l'excitation indépendante.

b = Tension obtenue avec l'excitation compound-discordante.

$u = a + b$ = Tension résultante.

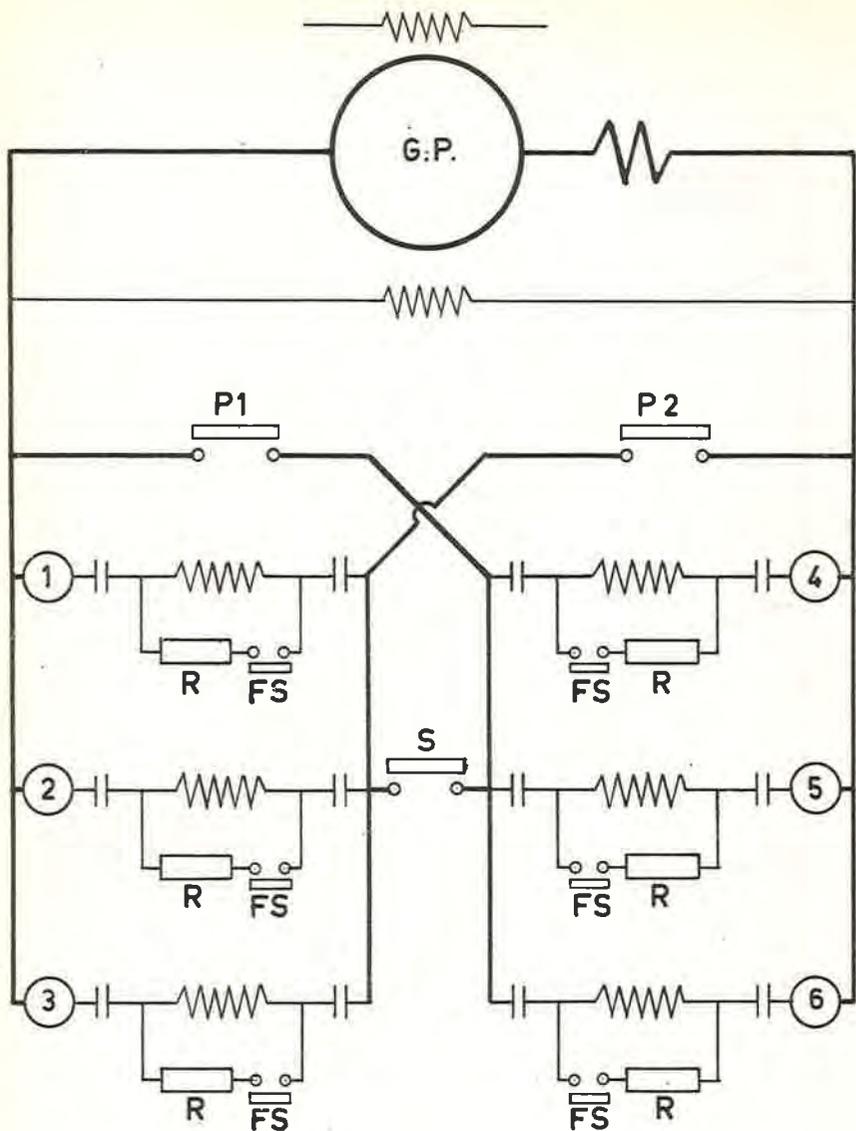


Fig. 69.

GP : Génératrice principale.

1 à 6 : Moteurs de traction.

P1, P2, S : Contacteurs de puissance.

R : Résistances de shuntage.

FS : Contacteurs de shuntage.

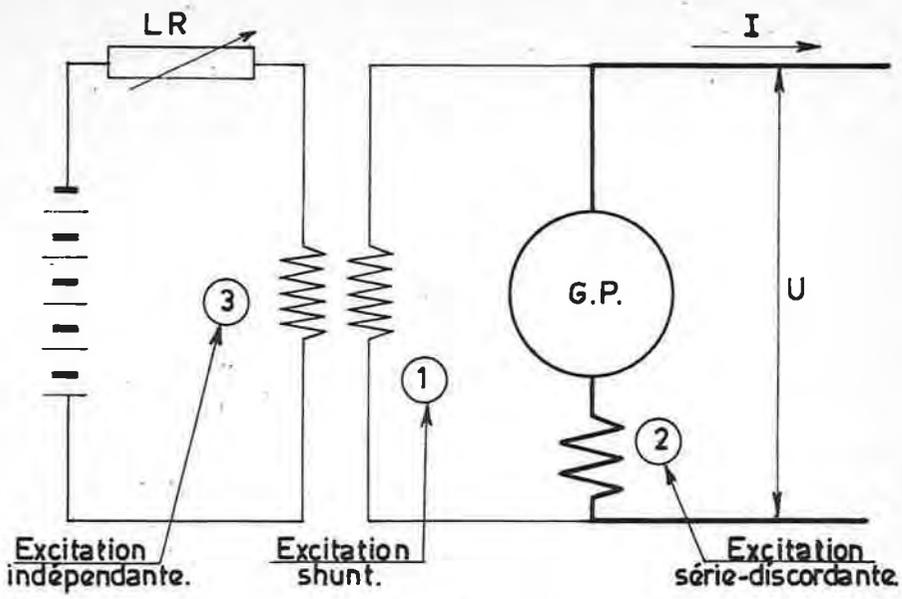


Fig. 70.

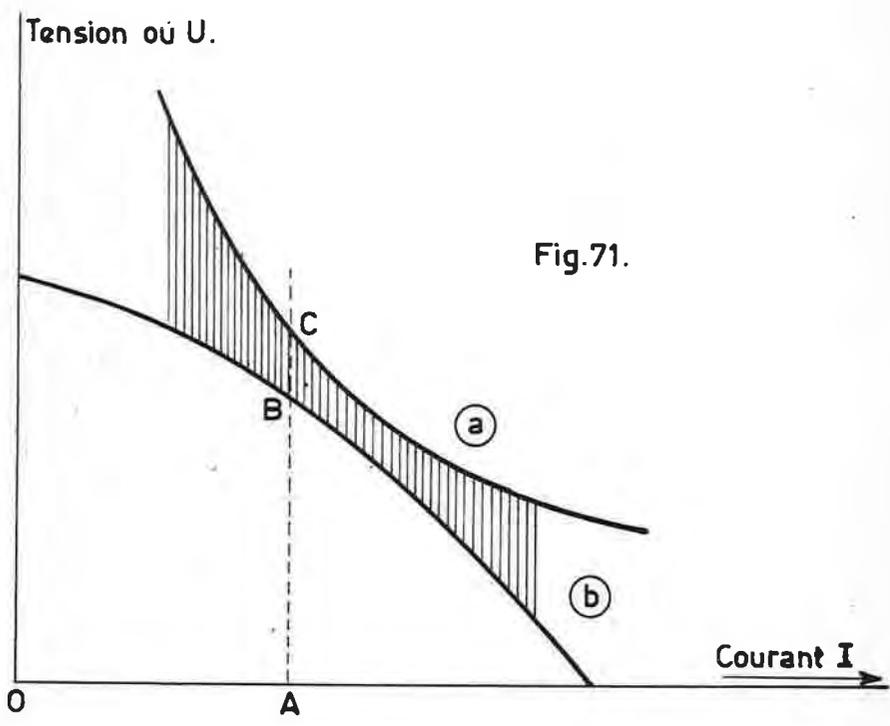


Fig. 71.

Table des matières.

	N° des articles
V. LES SERVICES ELECTRIQUES AUXILIAIRES.	
A. Généralités	1
B. La batterie d'accumulateurs.	
— Rôle de la batterie	2
— Constitution des batteries d'accumulateurs	3
— Batteries au plomb et batteries alcalines	4
— Caractéristiques fondamentales	5
— Batteries d'éclairage et de démarrage	6
C. Le circuit de charge de la batterie.	
— Organes constitutifs	7
— La génératrice auxiliaire	8
— Le conjoncteur-disjoncteur	9, 10, 11
— Le régulateur de tension	12, 13
— Le sectionneur de batterie	14
— Contrôle de la charge de la batterie.	15
D. Les services consommateurs.	
— Généralités	16
— Lancement du moteur Diesel par démarreur électrique	17
— L'éclairage par lampes à incandescence	18
— L'éclairage par tubes fluorescents.	19

Chapitre V.

LES SERVICES ELECTRIQUES AUXILIAIRES.

1 A. GENERALITES.

Quel que soit le système de transmission adopté, il est indispensable de prévoir sur un autorail ou une locomotive Diesel une source de courant électrique, destinée notamment à alimenter :

- le circuit de lancement du moteur Diesel (cas du lancement par la génératrice principale ou par démarreur électrique) ;
- les circuits d'éclairage ;
- les circuits des appareils de mesure et des lampes de contrôle ;
- les circuits des commandes à distance et des appareils de protection de la motorisation (cas des commandes à distance électriques ou électropneumatiques) ;
- les circuits d'auxiliaires divers : chaudières de chauffage (locomotives de ligne), brûleurs de chauffage (autorails), appareils de commande des portières pneumatiques (autorails), moteurs auxiliaires, etc.

L'ensemble de ces circuits constitue les services consommateurs. Dans les engins à transmission électrique, ces circuits sont dits à « basse tension » par opposition aux circuits de puissance, dits à « haute tension ».

Dans les locomotives Diesel-électriques de ligne, les moteurs auxiliaires de faible puissance (par exemple entraînement de la pompe à combustible) sont alimentés également par les circuits à basse tension. Par contre, les moteurs auxiliaires de forte puissance pour l'entraînement des ventilateurs de refroidissement du Diesel et, le cas échéant, des machines électriques, sont alimentés soit par le circuit à haute tension, soit par un circuit spécial à courant alternatif.

Livret hlt

10. V.

Page 2.

Ces auxiliaires sont décrits dans les chapitres consacrés à ces types d'engins.

Dans le présent chapitre, nous étudierons successivement :

- la batterie d'accumulateurs;
- l'installation nécessaire à la production du courant électrique et à la recharge de la batterie d'accumulateurs, ou circuits de charge de la batterie;
- les services consommateurs (à basse tension).

B. LA BATTERIE D'ACCUMULATEURS.

2 ROLE DE LA BATTERIE.

La batterie d'accumulateurs constitue un auxiliaire absolument vital de l'autorail ou de la locomotive. C'est en effet, la seule source de courant dont on dispose aussi longtemps que le moteur est arrêté.

Sauf pour les locomotives Diesel-hydrauliques de manœuvre pourvues d'un moteur à vitesse modérée lancé par l'air comprimé, la batterie d'accumulateurs sert au lancement du moteur Diesel. Dans tous les engins elle permet également d'alimenter les services auxiliaires nécessaires (éclairage, brûleurs de chauffage, etc.) pendant l'arrêt du moteur. Le cas échéant, en marche normale, elle peut continuer à alimenter l'ensemble des services consommateurs pendant un certain temps en cas de défaillance de la génératrice auxiliaire ou de l'équipement de charge, et éviter ainsi la détresse.

3 CONSTITUTION DES BATTERIES D'ACCUMULATEURS.

Rappelons qu'un accumulateur est une sorte de pile, mais qu'il peut après épuisement, être régénéré en le faisant traverser par un courant électrique de sens inverse à celui qu'il débite normalement et servir à nouveau. C'est donc un appareil capable d'emmagasiner l'énergie électrique et de la restituer après un certain temps, lorsqu'on désire s'en servir. La première opération, pendant laquelle

on alimente la batterie à l'aide d'une dynamo à courant continu, se nomme la **charge**; la seconde opération, pendant laquelle on utilise l'énergie emmagasinée dans l'accumulateur pour alimenter des appareils à courant continu, se nomme la **décharge**.

Une batterie d'accumulateurs est constituée d'un certain nombre d'éléments d'accumulateurs, tous identiques entre eux, et raccordés entre eux de façon appropriée, généralement en série, de façon à obtenir la tension désirée. Les éléments sont groupés entre eux et disposés dans des caisses en bois.

4 BATTERIES AU PLOMB ET BATTERIES ALCALINES.

Les accumulateurs en usage sur les engins moteurs Diesel sont de deux espèces différentes :

- a) les accumulateurs **au plomb**, dont les éléments sont constitués à l'aide d'électrodes à base de plomb, plongeant dans une solution d'acide sulfurique (donc un électrolyte acide) ;
- b) les accumulateurs **alcalins**, habituellement au **cadmium-nickel**, dont les éléments sont constitués à l'aide d'électrodes en acier (pochettes ou tubes perforés) contenant respectivement des composés de cadmium et nickel, plongeant dans une solution de potasse caustique (donc un électrolyte alcalin).

Les accumulateurs alcalins sont les plus employés sur le matériel de conception récente. Ils sont plus robustes mécaniquement et électriquement; en particulier ils résistent mieux aux fortes intensités de décharge. Ils exigent moins de précautions pour l'entreposage (pas de dégagement de vapeurs corrosives).

5 CARACTERISTIQUES FONDAMENTALES.

a) Tension nominale.

La tension mesurée aux bornes d'une batterie d'accumulateurs varie selon l'état de charge et selon l'intensité du courant de charge ou de décharge.

Livret hlt

10. V.

Page 4.

La tension mesurée aux bornes d'une batterie d'accumulateurs lorsqu'elle est en circuit ouvert, c.-à-d. n'absorbe ni ne débite aucun courant, est sensiblement constante (surtout pour les accumulateurs au plomb) et a pour valeur en moyenne :

- 2 volts par élément pour les batteries au plomb;
- 1,2 volts par élément pour les batteries alcalines.

Cette valeur est considérée comme tension nominale de l'élément.

La tension nominale de la batterie résulte directement du nombre d'éléments raccordés en série qui la constituent. Sur les engins moteurs de la S.N.C.B., on utilise principalement les tensions indiquées ci-après :

AUTORAILS :

- 24 volts (12 éléments au plomb) sur la plupart des autorails de construction ancienne avec éclairage par incandescence;
- 72 volts (60 éléments alcalins ou 36 éléments au plomb) **sur les autorails de construction récente** avec éclairage fluorescent;
- 96 volts (48 éléments au plomb) sur les autorails triples de construction ancienne.

LOCOMOTIVES DIESEL-HYDRAULIQUES DE MANŒUVRE :

- 24 volts (20 éléments alcalins) pour autant qu'elles soient équipées d'un moteur lancé à l'air comprimé.

LOCOMOTIVES DIESEL-ELECTRIQUES DE LIGNE :

- 58 volts (48 éléments alcalins).

b) La capacité.

La capacité d'une batterie d'accumulateurs est la quantité d'électricité qu'on peut lui emprunter, dans des conditions bien déterminées, depuis le moment où elle est complètement chargée jusqu'à sa limite pratique d'utilisation.

En d'autres termes, c'est le courant maximum qui peut être débité pendant un nombre d'heures fixé. La capacité s'exprime en **ampère-heure**, par abréviation **Ah**.

Exemple : une batterie a une capacité de **300 ampère-heures**, en régime de décharge de 10 heures.

Cela veut dire quelle est capable de débiter un courant de **30 ampères** pendant une durée ininterrompue de 10 heures avant d'être épuisée ($30 \text{ amp.} \times 10 \text{ h} = 300 \text{ Ah}$).

Avec une certaine approximation, on peut encore admettre qu'elle serait capable, par exemple, de débiter **60 ampères** pendant 5 heures ($60 \times 5 = 300$). En réalité, en régime de décharge de 5 heures, le courant débité sera quelque peu inférieur à cette valeur, par exemple, **56 ampères**; en d'autres termes, en régime de décharge de 5 heures, la capacité n'est plus que de $56 \times 5 = 280 \text{ Ah}$ au lieu de **300 Ah**.

D'une manière générale, la capacité diminue d'autant plus que l'intensité du courant demandé à la batterie est élevée, c'est-à-dire que le régime de décharge est plus rapide.

c) La résistance interne.

La résistance interne est la résistance électrique opposée par la batterie au passage du courant. La chute de tension à l'intérieur de la batterie, pendant la décharge, par exemple, est égale au produit du courant débité par la résistance interne. Pour un même courant débité, la tension restant disponible aux bornes de la batterie pour alimenter les services consommateurs sera d'autant plus inférieure à la tension nominale que la résistance interne est plus forte.

6 BATTERIES D'ECLAIRAGE ET BATTERIES DE DEMARRAGE.

Les **batteries d'éclairage** sont celles qui servent uniquement à l'éclairage et à l'alimentation d'auxiliaires divers, à l'exclusion du lancement du moteur Diesel. C'est le cas, par exemple, sur les voitures ordinaires à voyageurs. Parmi les engins moteurs Diesel, seules les locomotives Diesel-

Livret hlt

10. V.

Page 6.

hydrauliques de manœuvre munies d'un gros moteur à vitesse modérée (lancé à l'air comprimé) sont pourvues de batteries de ce genre.

Les batteries de démarrage servent, en plus de l'usage ci-dessus, au lancement du moteur Diesel. Elles équipent notamment tous les autorails ainsi que les locomotives Diesel-électriques.

Le lancement, surtout s'il s'agit d'un gros moteur, exige momentanément de la batterie un courant de décharge très intense (par exemple pour un moteur Cockerill-Baldwin de 1750 chevaux à 625 t/min équipant les locomotives type 201 : 1500 à 2000 ampères en pointe très courte, puis 500 à 1000 ampères pendant quelques secondes).

Les batteries de démarrage doivent donc être construites de façon à résister à des courants de décharge importants et posséder, en plus d'une capacité largement calculée, une résistance interne suffisamment faible de façon à éviter une chute de tension trop importante à l'intérieur de la batterie au moment du lancement.

C. LE CIRCUIT DE CHARGE DE LA BATTERIE.

7 ORGANES CONSTITUTIFS.

A titre d'exemple, la fig. 1 représente le schéma de principe du circuit de charge batterie d'un autorail type 603. Les mêmes organes constitutifs se rencontrent dans le circuit de charge de tous les engins moteurs Diesel, à savoir principalement :

- la batterie d'accumulateurs (1) ;
- la génératrice auxiliaire, ou dynamo de charge (2) ;
- le conjoncteur-disjoncteur (3) ;
- le régulateur de tension (4) ;
- la résistance de limitation (5) ;
- le sectionneur de batterie (6) ;
- une prise (7) pour recharge de la batterie par une source extérieure.

Les services consommateurs sont représentés en (C) et le démarreur électrique du moteur Diesel, s'il y a lieu, en (D).

Dans les équipements des autorails et des locomotives Diesel-hydrauliques de manœuvre, le conjoncteur-disjoncteur (3), le régulateur de tension (4) et la résistance de limitation (5) sont habituellement contenus dans un même coffret, dit coffret de réglage (marques principalement utilisées : Scintilla, E.V.R. et Bosch).

Dans les équipements des locomotives Diesel-électriques de ligne, par contre, ces appareils sont nettement distincts. Dans le circuit de charge batterie de ces engins (par exemple, celui représenté à la fig. 2, locomotives types 202, 203, 204) on rencontre également un sectionneur de la génératrice auxiliaire (8). Le lancement du moteur Diesel s'effectue à l'aide de la génératrice principale G.P.

Dans tous les cas, le circuit est complété par un certain nombre d'appareils de protection (fusibles et, le cas échéant, interrupteur-disjoncteur).

A noter enfin que c'est toujours le pôle positif de la dynamo qui doit être raccordé au pôle positif de la batterie.

8 LA GENERATRICE AUXILIAIRE.

La génératrice auxiliaire est une dynamo à courant continu à excitation shunt ou parfois légèrement compound. Son rôle consiste, en marche normale, à alimenter les différents services consommateurs, le surplus de courant servant en même temps à recharger la batterie d'accumulateurs. On l'appelle souvent aussi dynamo de charge.

La génératrice auxiliaire est toujours entraînée par le moteur Diesel, soit directement à l'aide de courroies par exemple, soit par une prise de mouvement sur la transmission.

Il en résulte les avantages suivants :

- a) la génératrice tourne toujours dans le même sens, quel que soit le sens de marche du véhicule, ce qui simplifie l'appareillage nécessaire;
- b) la génératrice tourne dès que le moteur Diesel est lancé, le véhicule étant encore en stationnement; dans la plupart des équipements, elle peut alimenter les auxiliaires sans devoir avoir recours à la batterie dès la marche au ralenti.

Livret hlt

10. V.

Page 8.

La puissance de la génératrice auxiliaire est très variable selon le type d'engin moteur. De 1000 watts sur la plupart des locomotives Diesel-hydrauliques de manœuvre ou 1260 watts sur un autorail léger à bogies (type 553), elle va jusque 18 kilowatts sur une locomotive Diesel-électrique types 202, 203, 204.

LE CONJONCTEUR-DISJONCTEUR.

- 9 La tension obtenue aux borne de la dynamo de charge est essentiellement variable avec sa vitesse de rotation, laquelle est elle-même proportionnelle à celle du Diesel. Elle est nulle à l'arrêt de ce dernier et tend vers un maximum pour la vitesse nominale.

La tension aux bornes de la batterie, par contre, ne varie qu'entre des limites beaucoup plus restreintes autour de la tension nominale.

La mise en parallèle de la dynamo avec la batterie est réalisée par le conjoncteur-disjoncteur, qui doit satisfaire aux conditions ci-après :

- a) aussi longtemps que la tension de la dynamo est inférieure à celle de la batterie (par exemple, lorsqu'elle est au repos ou tourne à faible vitesse, ou encore s'il y a interruption dans le circuit d'excitation), le conjoncteur-disjoncteur ne peut enclencher; il en résulterait en effet un retour de courant de la batterie vers la dynamo susceptible, s'il est intense, de brûler la dynamo et de détériorer la batterie;
 - b) le conjoncteur-disjoncteur doit enclencher automatiquement dès que la tension de la dynamo atteint une valeur suffisante pour charger la batterie;
 - c) dès qu'il y a retour de courant vers la dynamo, le circuit batterie dynamo doit être interrompu par le déclenchement automatique du conjoncteur-disjoncteur.
- 10 Le conjoncteur-disjoncteur le plus simple, utilisé par exemple dans les coffrets de réglage Scintilla, E.V.R. ou Bosch, équipant la plupart des autorails et les locomotives

Diesel-hydrauliques de manœuvre, est représenté schématiquement sur la fig. 1. Il est constitué par un électroaimant à deux enroulements :

- un enroulement shunt (trait fin) dérivé aux bornes de la dynamo (2) ;
- un enroulement série (trait gras) parcouru par le courant principal de la dynamo dès que le conjoncteur-disjoncteur est enclenché.

A l'arrêt de la dynamo, le conjoncteur-disjoncteur est déclenché.

Lorsque la vitesse de la dynamo augmente et que sa tension atteint une valeur suffisante, le flux engendré par l'enroulement shunt provoque l'attraction de l'armature mobile, c.-à-d. l'enclenchement du conjoncteur-disjoncteur. Le circuit dynamo-batterie est ainsi fermé et, dès que la dynamo débite du courant celui-ci passe dans l'enroulement série et renforce l'action de l'enroulement shunt, assurant une fermeture d'autant plus énergique des contacts.

Lorsque la dynamo ralentit et que sa tension diminue au point qu'il se produit un retour de courant, le courant dans l'enroulement série se renverse et son action contrebalance celle de l'enroulement shunt, de sorte que l'attraction de l'armature mobile diminue et les contacts s'ouvrent : le conjoncteur-disjoncteur déclenche.

- 11 Sur les locomotives Diesel-électriques de ligne, le conjoncteur-disjoncteur appelé aussi « relais à retour de courant » se présente sous des formes un peu différentes. Le principe général de l'appareil reste cependant le même, enclenchement par bobine de tension et déclenchement par bobine de courant.

LE REGULATEUR DE TENSION.

- 12 Lorsque le conjoncteur-disjoncteur est enclenché, la tension aux bornes de la dynamo doit être maintenue à une valeur convenable pour charger la batterie, et cela quelles que soient ses variations de vitesse. Toute tension

Livret hlt

10. V.

Page 10.

excessive qui aurait pour effet à la fois de surcharger la batterie et de survolter les services consommateurs, doit être évitée.

C'est là le rôle du **régulateur de tension**. Comme il a été dit plus haut, cet appareil peut être contenu dans le même coffret que le conjoncteur-disjoncteur, ou bien former un appareil séparé. Il se ramène, en principe, à une résistance variable raccordée soit en série, soit en parallèle avec l'enroulement d'excitation de la dynamo.

La tension de charge de la batterie d'accumulateurs varie selon l'état de charge et l'intensité du courant de charge. Sur les engins moteurs, la tension fin de charge est habituellement limitée à 2,4 volts environ par élément pour les batteries au plomb et 1,6 volt environ par élément pour les batteries alcalines, soit respectivement 20 % et 35 % de plus que la tension nominale.

13 Deux méthodes sont adoptées pour le réglage de la tension aux bornes de la dynamo.

a) Le régulateur travaille simultanément sous l'influence de la tension aux bornes et du courant de charge, de façon à adapter à tout moment la tension de la dynamo à l'état de charge de la batterie.

Dans ce cas, la tension est plus basse au début de la charge et croît au fur et à mesure que la charge progresse, pour atteindre la valeur maximum indiquée ci-dessus pendant la période de fin de charge. Le courant de charge reste relativement constant pendant une assez grande partie de la charge, et ne diminue que pendant la période de fin de charge.

Ce système de réglage est pratiqué par exemple dans les régulateurs E.V.R. et Scintilla qui équipent la plupart des autorails.

C'est ainsi que sur un autorail type 603, muni d'une batterie alcaline à 60 éléments (tension nominale $60 \times 1,2 = 72$ volts), la tension de la dynamo, pendant la période de fin de charge, est de l'ordre de 96 volts; sur un autorail type 553 — 608 — 620 muni d'une batterie au plomb à 12 éléments (tension nominale $12 \times 2 = 24$ volts), la tension fin de charge atteint 28 à 29 volts.

- b) Le régulateur travaille uniquement sur l'influence de la tension aux bornes et maintient celle-ci à une valeur constante, égale à la tension fin de charge.

Dans ce cas, le courant de charge est relativement élevé au début de la charge (mais la résistance de limitation empêche toute valeur nuisible); il diminue au fur et à mesure que la charge progresse.

Ce système de réglage est pratiqué par exemple sur les locomotives Diesel-électriques de ligne types 201 à 204, munies d'une batterie alcaline à 48 éléments; le régulateur maintient une tension constante de 75 volts.

14 LE SECTIONNEUR DE BATTERIE.

Le sectionneur de batterie permet d'isoler la batterie des services consommateurs. En ouvrant ce sectionneur, après l'arrêt du moteur Diesel, le conducteur peut avoir ainsi l'assurance soit lorsqu'il abandonne le véhicule, soit lorsqu'il doit procéder à certaines vérifications, qu'aucun appareil ne reste sous tension.

15 CONTROLE DE LA CHARGE DE LA BATTERIE.

Le conducteur doit disposer à son poste de conduite d'un appareil lui permettant de contrôler à tout moment le bon fonctionnement du circuit de charge batterie.

Cet appareil est constitué de préférence par un ampèremètre indiquant la valeur du courant de charge de la batterie; cet ampèremètre doit donc normalement indiquer une valeur variable selon l'état de charge de la batterie (voisine de zéro quand la batterie est bien chargée); l'indication soit d'un courant anormalement élevé, soit d'un courant négatif (décharge de la batterie) est le signe d'un fonctionnement défectueux du circuit de charge batterie que le conducteur doit, s'il n'en trouve pas la cause, signaler immédiatement à la rentrée à l'atelier.

Dans certains équipements, on rencontre, à la place de l'ampèremètre de charge batterie :

- soit un voltmètre, branché aux bornes de la batterie, indiquant donc la tension de celle-ci;

Livret hlt

10. V.

Page 12.

- soit une lampe-témoin branchée en dérivation entre les pôles positifs de la batterie et de la dynamo; cette lampe doit s'éteindre dès que la dynamo fournit sa tension normale.

D. LES SERVICES CONSOMMATEURS.

16 GENERALITES.

Le nombre et la nature des services consommateurs est très variable selon le type d'engin. Le chapitre I contient la description des principaux appareils utilisés dans les commandes à distance électriques et électropneumatiques tels que : électrovalves, contacteurs, servo-moteurs pneumatiques, tambours, etc.

On trouvera ci-après quelques notions à caractère général concernant le lancement par démarreur électrique et des notions générales concernant l'éclairage par lampes à incandescence et par tubes fluorescents.

17 LANCEMENT DU MOTEUR DIESEL PAR DEMARREUR ELECTRIQUE.

Rappelons que, dans les autorails et locomotives à transmission électrique, le lancement du moteur Diesel s'effectue à l'aide de la génératrice principale (cf. chap. IV, art. 84).

Le lancement par démarreur électrique est principalement employé dans les autorails à transmission mécanique ou hydraulique.

Un démarreur électrique est un petit moteur à courant continu, à excitation série ou compound, monté à demeure sur le moteur Diesel. L'arbre de l'induit porte un pignon qui engrène momentanément avec une couronne dentée calée sur le volant du Diesel.

Pour éviter d'abîmer les dentures, le démarreur ne peut développer son plein couple, et, par conséquent, n'être alimenté à plein courant qu'après que l'engrènement entre le pignon et la couronne dentée ait été réalisé.

Nous décrivons le démarreur Scintilla, équipant notamment les moteurs Brossel (autorails types 551 à 554) et les moteurs S.E.M. (autorails types 603, 608, 620).

Ce démarreur est du type à axe coulissant (fig. 3). Son enroulement d'excitation comprend deux parties, à savoir :

- un enroulement principal, qui sert à la marche à plein couple;
- un enroulement auxiliaire, plus faible que le précédent, servant à faire tourner le rotor à vitesse réduite pendant l'engrènement du pignon, dans le sens inverse du sens de rotation normal.

L'arbre de l'induit est creux. A l'intérieur de cet arbre coulisse un arbre baladeur portant le pignon d'attaque (P). Le mouvement axial de cet arbre baladeur est commandé par un électro-aimant placé à l'autre extrémité du démarreur (D).

Le fonctionnement de ce démarreur s'effectue en deux phases à l'intervention d'un relais DR (relais du démarreur) à 3 paires de contacts.

Première phase.

En enclenchant le commutateur de démarrage (C), on met simultanément sous tension :

1. la borne 55 du relais : l'enroulement auxiliaire du démarreur est alors alimenté en série avec l'induit par l'intermédiaire des bornes 54 du relais et du démarreur; ce dernier tourne alors en sens inverse du sens normal à vitesse réduite;
2. la borne 56 du démarreur : la bobine de l'électro-aimant est alors alimentée et son noyau entraîne l'arbre baladeur avec le pignon dans son mouvement axial.

Le pignon, tournant en arrière au couple réduit fourni par le démarreur, s'engrène dans la couronne dentée du volant.

Deuxième phase.

Lorsque le pignon a parcouru les 3/4 de sa course axiale, une lamelle de contact fixée sur le noyau de l'électro-aimant réalise la liaison entre les bornes 58 et 42 du démarreur. Dès lors, la bobine du relais est alimentée et attire l'armature mobile, ce qui a pour effet :

Livret hlt

10. V.

Page 14.

- d'interrompre la connexion entre les bornes 55 et 54 : le mouvement en sens inverse du démarreur cesse;
- d'établir la connexion entre les bornes 60 et 16 : l'enroulement principal du démarreur est alimenté en série avec l'induit;
- d'établir la connexion entre les bornes 54 et 17 : l'enroulement auxiliaire est raccordé en parallèle avec l'induit.

Le démarreur fonctionne donc alors comme moteur compound et entraîne le Diesel à plein couple dans le sens normal de rotation.

Dès que les allumages se produisent, il faut ramener le commutateur de démarrage (C) en position normale. Le démarreur est alors déconnecté et le pignon sort de la couronne dentée sous l'action d'un ressort de rappel.

Le commutateur de démarrage est différent selon le type d'engin. Eventuellement, il comporte une position intermédiaire soit pour la mise sous tension des bougies de réchauffage (cas des moteurs Brossel), soit pour l'isolement du relais à pression d'huile (cas des moteurs S.E.M.). Ces particularités sont exposées dans les chapitres relatifs aux autorails considérés.

Quel que soit le type de démarreur, certaines précautions sont à observer d'une manière générale lors du lancement, notamment :

- a) ne pas laisser le démarreur enclenché pendant plus de 10 à 15 secondes au maximum. Si le moteur ne part pas, ne jamais réenclencher le démarreur avant l'arrêt complet du moteur, sous peine d'endommager gravement les dentures du pignon et de la couronne;
- b) si l'on éprouve des difficultés à lancer le moteur, éviter d'épuiser la batterie par un grand nombre de tentatives infructueuses et chercher à en trouver la cause.

18 L'ECLAIRAGE PAR LAMPES A INCANDESCENCE.

Les lampes à incandescence sont utilisées pour l'éclairage des compartiments à voyageurs dans les autorails de conception ancienne.

Septembre 1958.

Elles sont également employées dans tout le matériel pour les phares, l'éclairage des cabines, lampes de contrôle, etc.

La constitution de ces lampes est décrite au chap. I, art. 23.

L'allumage et l'extinction des circuits d'éclairage par lampes à incandescence sont commandés à l'aide d'interrupteurs ordinaires, groupés le plus souvent sur un tableau d'éclairage (dans la voiture ou dans la cabine de conduite).

Les lampes à incandescence sont utilisables quelle que soit la tension nominale de l'équipement. Ces lampes s'accommodent cependant mal des variations de tension : un « survoltage » abrège considérablement la durée de vie des lampes tandis qu'un sous-voltage entraîne une baisse sensible de l'intensité lumineuse.

Si on veut éviter le remplacement trop fréquent des lampes, il faut donc prévoir les lampes, non pour la tension nominale de la batterie, mais pour une tension voisine de la tension maximum aux bornes de la dynamo (fin de charge). A l'arrêt du moteur Diesel, les lampes sont alors alimentées à la tension de la batterie, qui est sensiblement inférieure, surtout avec les batteries alcalines.

Pour éviter cet inconvénient, les circuits d'éclairage de certains autorails sont munis d'un régulateur supplémentaire dit régulateur de tension aux lampes, qui limite les écarts de tension à $\pm 5\%$ autour de la tension nominale.

Dans sa forme la plus simple, ce régulateur est constitué par une résistance, qui est mise automatiquement en série dans le circuit des lampes dès que le conjoncteur-disjoncteur est enclenché.

19 L'ECLAIRAGE PAR TUBES FLUORESCENTS.

Les tubes fluorescents sont surtout utilisés pour l'éclairage des autorails de conception récente, dont la tension nominale est de 72 volts. Les tubes utilisés dans ce but fonctionnent à courant continu et peuvent être alimentés, sans variation sensible d'intensité lumineuse, sous une tension comprise entre 60 et 100 volts.

Livret hlt

10. V.

Page 16.

Il n'est donc pas nécessaire de régler la tension aux lampes.

Un tube fluorescent est constitué par un tube en verre hermétiquement clos, possédant une électrode à chaque extrémité; sur sa paroi interne, on a déposé un revêtement de matières fluorescentes. Celles-ci possèdent la propriété d'émettre un rayonnement lumineux lorsqu'elles sont soumises à l'action des radiations émanant d'une décharge électrique à travers un gaz à faible pression. Ce dernier est constitué par de la vapeur de mercure contenue dans le tube.

Un tube fluorescent ne s'allume pas spontanément quand on applique entre les électrodes la tension normale de service. Il faut l'amorcer en faisant parcourir l'électrode négative (A) par un courant de préchauffage.

Chaque tube comporte également deux résistances de stabilisation R contenues dans une petite lampe, limitant les courants à leur valeur maximum prévue.

L'allumage des tubes est commandé à l'aide d'un coffret spécial d'allumage C.S. portant deux boutons-poussoirs.

Pour allumer les tubes, on appuie sur le bouton-poussoir BP 1, ce qui a pour effet de mettre sous tension le fil 1 (circuit de préchauffage de l'électrode négative A) et le fil 2 (relié à l'électrode positive B). Au bout de quelques secondes, le circuit de préchauffage (fil 1) est coupé automatiquement à l'intervention d'un relais contenu dans le coffret.

Pour éteindre les tubes, on appuie sur le bouton-poussoir BP 2, ce qui met hors tension le fil 2.

En plus du coffret à boutons-poussoirs pour l'allumage et l'extinction de l'éclairage complet, les autorails comportent habituellement un interrupteur au tableau de bord permettant l'allumage et l'extinction de la moitié de l'éclairage; il est utilisé par le conducteur pour le passage dans les tunnels.

Livret hlt
10V.

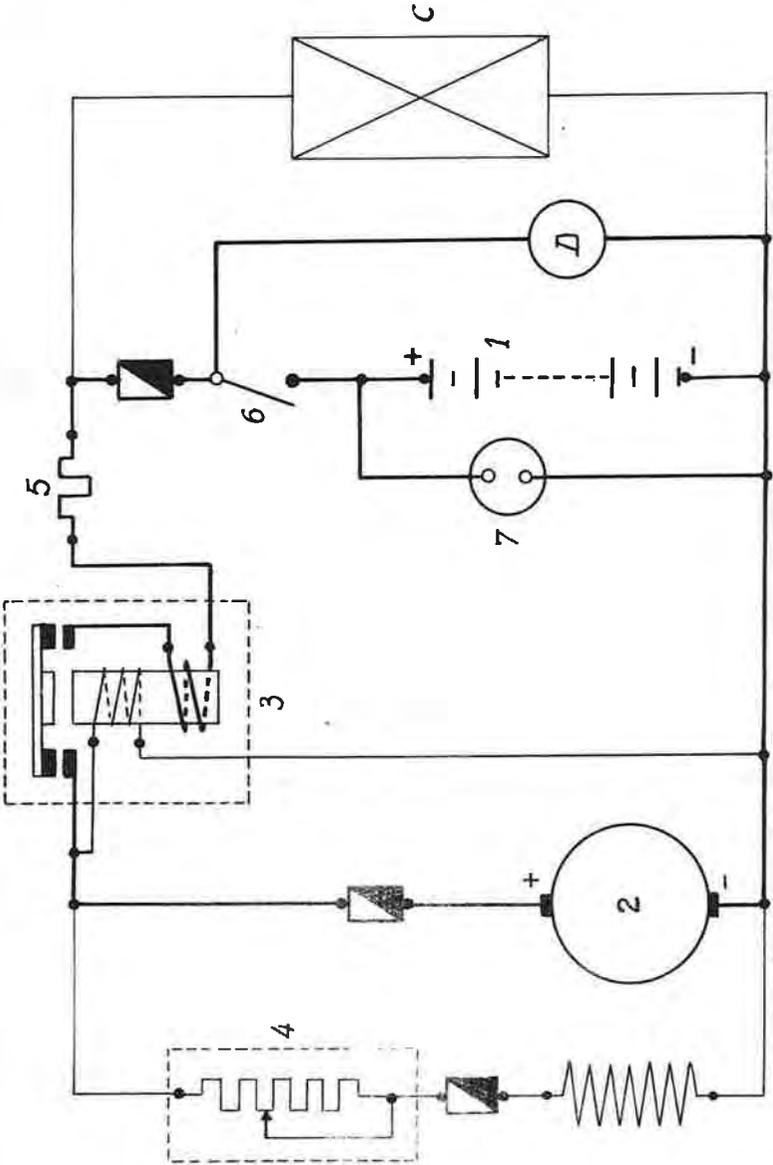


Fig. 1.

Septembre 1958

8151018

Livret hlt
10.V.

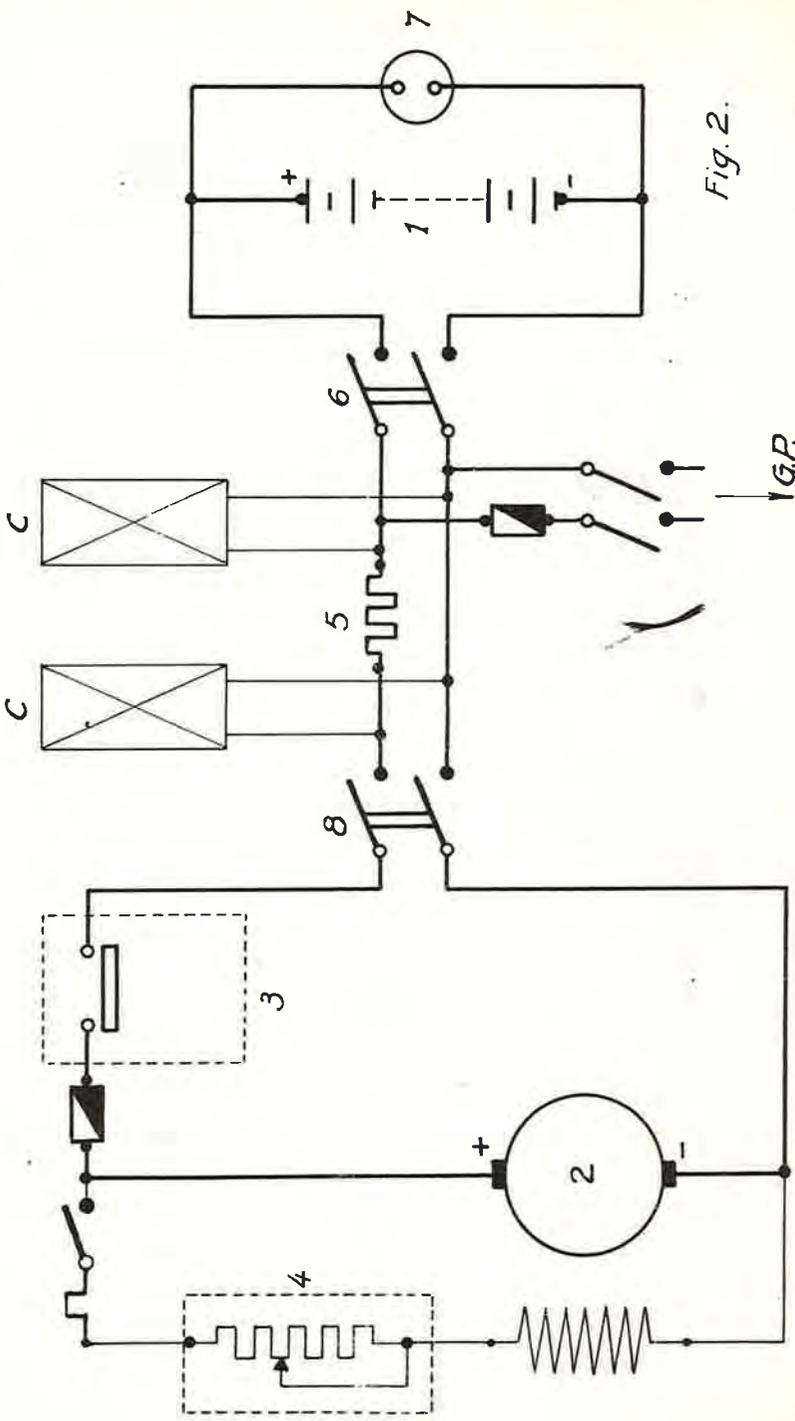


Fig. 2.

Septembre 1958

Liret hlt
10 V.

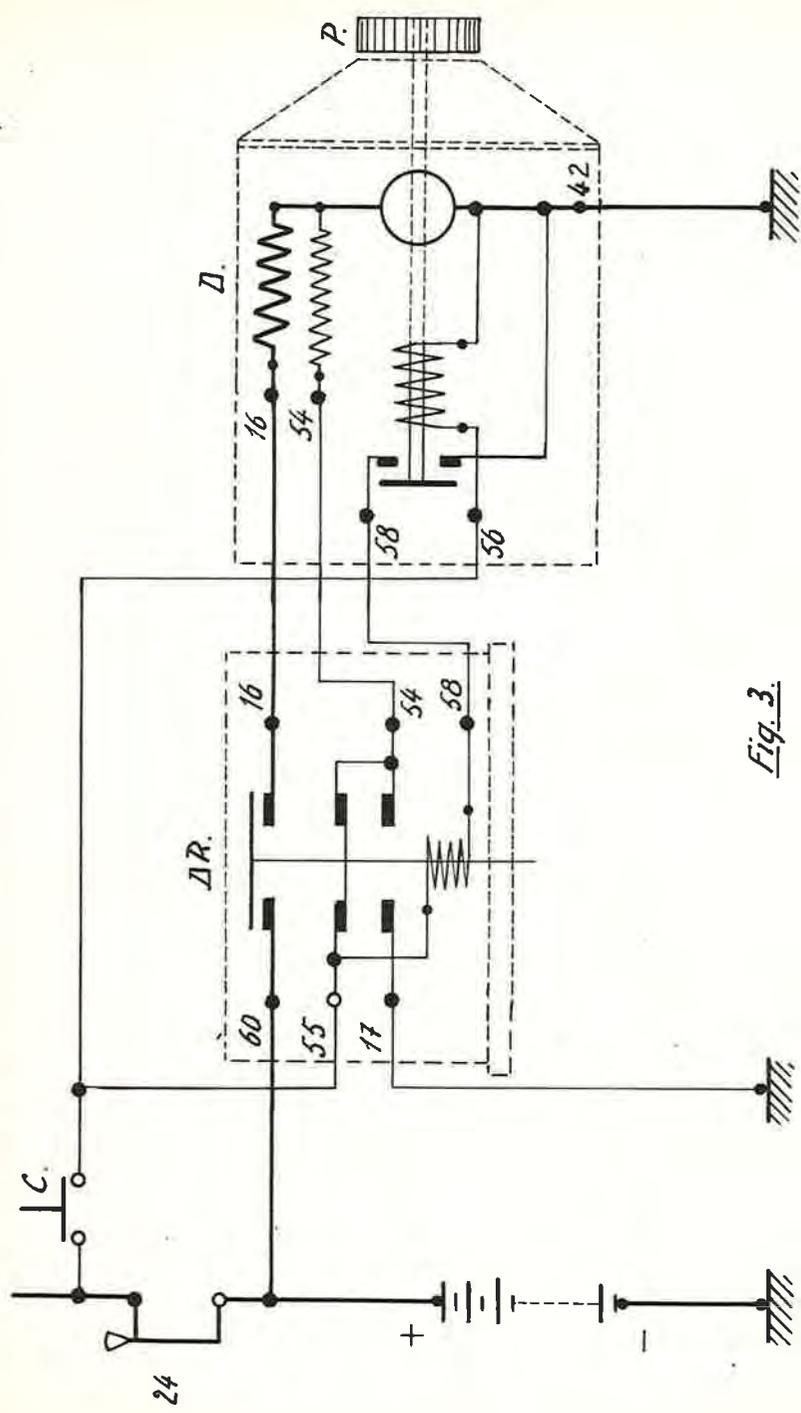


Fig. 3.

Septembre 1958

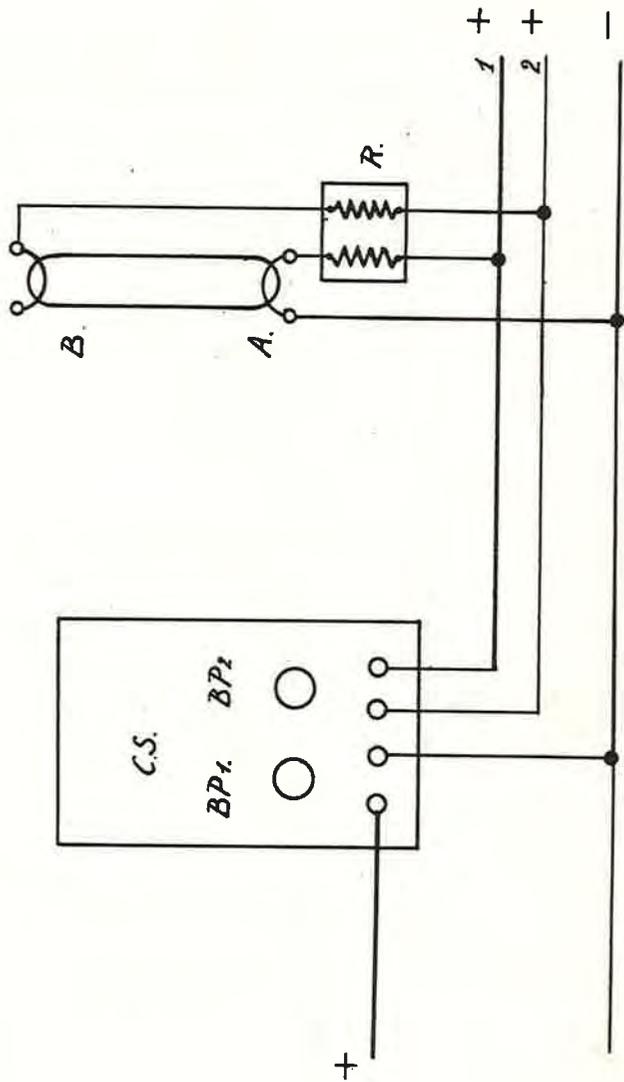


Fig. 4.

Table des matières.

	Numéro des articles
A. GENERALITES	1
B. LE COMPRESSEUR.	
— Constitution générale	2
— Caractéristiques numériques	3
— Compresseurs d'automotrices	4
— Compresseurs de locomotives	5
— Entraînement du compresseur	6
— L'entraînement par moteur électri- que	7
— L'entraînement direct	8
C. APPAREILLAGE COMPLE- MENTAIRE	9
— Compresseur	10
— Protecteur d'aspiration ou filtre à air	11
— Appareil antigel	12
— Soupape de sûreté	13
— Réfrigérant	14
— Déshuileur	15
— Robinet de purge du déshuileur	16
— Robinets d'isolement	17
— Clapet de retenue	18
— Réservoir principal	19
— Robinet de purge du réservoir prin- cipal	20

Livret hlt

10. VI.

Table des matières.

Page 2.

	Numéro des articles
D. DISPOSITIF DE REGULARISATION.	
— Rôle	21
— Dispositif d'arrêt et de mise en marche	22
— Dispositif de marche à vide	23
E. UTILISATION DE L'AIR COMPRIME.	
— Equipement de frein	24
a) sur les autorails	25
b) sur les locomotives de lignes et de manœuvre	26
— La conduite principale	27
— La conduite générale du frein auto- matique	28
— La conduite du frein direct	29
— Alimentation des services auxiliai- res	30
— Commandes à distance	31 à 33
F. INSTALLATION A HAUTE PRES- SION POUR LE LANCEMENT DU MOTEUR DIESEL.	
— Généralités	34
— Production de l'air comprimé	35
— Installation d'accumulation	36
— Remplissage des bonbonnes	37
— Lancement du moteur Diesel	38

CHAPITRE VI.

L'équipement pneumatique.**A. GENERALITES.**

- 1 Tout engin moteur Diesel — autorail, locomotive de ligne ou locomotive en manœuvre — doit être pourvu d'une installation de production d'air comprimé, capable d'alimenter en suffisance tous les services consommateurs, en particulier l'équipement de frein.

Cette installation comporte toujours un **compresseur**, qui aspire l'air à l'atmosphère et le refoule dans un **réservoir principal**, dont la pression maximum est normalement de 8 kg/cm².

Les engins à un groupe moteur sont généralement équipés d'un seul compresseur tandis que ceux à deux groupes moteurs — par exemple les autorails doubles et triples — comportent souvent deux compresseurs.

Sur certains engins, le réservoir principal est subdivisé en deux réservoirs connectés en parallèle.

En dehors de l'équipement de frein, l'air comprimé sert encore à alimenter différents services auxiliaires, notamment :

- des appareils de nature diverse, tels que le dispositif d'homme-mort, les sablières, les trompes, les essuie-glaces, le sifflet du Teloc, etc.;
- les commandes à distance pneumatiques et électropneumatiques de la motorisation ainsi que certains organes de contrôle des moteurs Diesel, des transmissions et des chaudières de chauffage;
- sur les autorails, le mécanisme de commande des portières pliantes.

Livret hlt

10. VI.

Page 2.

Tous ces auxiliaires sont conditionnés de façon à pouvoir fonctionner soit sous la pression du réservoir principal soit sous une pression inférieure.

L'air comprimé est encore utilisé pour le lancement des gros moteurs Diesel (à vitesse modérée) équipant les locomotives Diesel-hydrauliques de manœuvre. Toutefois, comme cette opération nécessite une pression d'air plus élevée, ces locomotives comportent une installation de production et d'accumulation d'air à haute pression (habituellement 30 kg/cm²) entièrement indépendante de l'installation principale à 8 kg/cm².

Cette installation, particulière à ce type d'engin, est décrite plus loin sous le littéra F.

B. LE COMPRESSEUR.

2 CONSTITUTION GENERALE.

Les compresseurs en usage sur les engins moteurs Diesel de la S.N.C.B. sont tous du type à piston, fonctionnant à simple effet.

Ils comportent un certain nombre de cylindres (2, 3 ou 6), munis d'ailettes pour le refroidissement. En tête de chacun d'eux sont disposées les soupapes — ou les clapets — d'aspiration et d'échappement. Le piston se mouvant dans chaque cylindre aspire l'air pendant la course descendante par la soupape d'aspiration et le refoule sous pression pendant la course montante par la soupape de refoulement.

Le mouvement alternatif des pistons est commandé par un mécanisme bielles-vilebrequin analogue à celui d'un petit moteur; le vilebrequin est entraîné en rotation à l'aide d'une prise de force extérieure.

Le graissage est assuré automatiquement soit par barbotage (pour les petits compresseurs seulement), soit sous pression à l'aide d'une pompe à engrenages commandée par le vilebrequin.

Le niveau d'huile dans le carter se contrôle à l'aide soit d'une jauge, soit d'un indicateur de niveau.

3 CARACTERISTIQUES NUMERIQUES.

Numériquement, tout compresseur est caractérisé par son **débit réel** et sa **vitesse de rotation**.

On sait que le volume d'une quantité d'air déterminée varie selon la pression et la température. Pour éliminer cette influence, on entend par débit réel le volume d'air refoulé en l'unité de temps sous la pression de régime (par exemple 8 kg/cm²) mais ramené à la pression atmosphérique et à la température de + 10° C. Il s'exprime en litres par minute (l/min).

Le débit varie à peu près proportionnellement à la vitesse de rotation. Le débit maximum n'est donc obtenu qu'à la vitesse maximum.

4 COMPRESSEURS D'AUTORAILS.

Les autorails sont équipés de compresseurs de capacité modérée (débit réel maximum compris entre 200 et 1000 l/min). Ces compresseurs sont à un seul étage de pression, c'est-à-dire que la compression de l'air s'y effectue en une seule phase. Ils comportent habituellement :

- soit 2 cylindres verticaux en ligne (compresseurs Westinghouse);
- soit 3 cylindres verticaux en ligne (compresseurs S.E.M.).

5 COMPRESSEURS DE LOCOMOTIVES.

Les locomotives, qui doivent assurer en même temps le freinage de la rame, sont équipées de compresseurs de forte capacité (débit réel maximum compris entre 2000 et 5000 l/min). Ces compresseurs sont à deux étages de pression, c'est-à-dire que la compression s'y effectue en deux phases : l'air aspiré à l'atmosphère est d'abord comprimé dans le (ou les) cylindre(s) basse pression (B.P.) à une pression intermédiaire (par exemple 2 à

Livret hlt

10. VI.

Page 4.

3 kg/cm²); il est ensuite repris dans le (ou les) cylindre(s) haute pression (H. P.) jusqu'à la pression de régime. Entre les deux étages de compression, l'air traverse généralement un réfrigérant intermédiaire, muni d'une soupape de sûreté.

Le volume de l'ensemble des cylindres B.P. est toujours plus grand que celui des cylindres H.P. puisque l'air admis à ces derniers a déjà été ramené à un volume plus faible par la compression dans les cylindres B.P.

Ces compresseurs peuvent comporter :

- soit 6 cylindres égaux, 4 B.P. et 2 H.P. (compresseurs Lebrun des locomotives types 201 et 272);
- soit 3 cylindres égaux, 2 B.P. et 1 H.P. (compresseurs Gardner-Denver des locomotives types 202, 203, 204);
- soit 2 cylindres inégaux, 1 B.P. et 1 H.P. (compresseur Arpic des locomotives types 250, 251, 252, 253).

6 ENTRAÎNEMENT DU COMPRESSEUR.

Il existe deux modes d'entraînement du compresseur :

- l'entraînement par moteur électrique;
- l'entraînement direct par le moteur Diesel.

7 a) L'entraînement par moteur électrique peut sembler, à première vue, constituer une solution idéale, mais s'avère, en réalité, un système coûteux et encombrant.

Même si l'on dispose d'une transmission électrique, il n'est pas possible d'alimenter le moteur à l'aide de la génératrice principale. En effet, la tension fournie par cette dernière est variable avec la puissance utilisée et est pratiquement nulle lorsque la traction est coupée, ce qui est par exemple le cas au moment où le train descend une forte pente et où l'air comprimé est consommé en grande quantité pour le freinage.

Dans tous les cas, le moteur d'entraînement doit donc être alimenté à basse tension par la génératrice auxiliaire, ce qui oblige à doubler ou tripler la puissance de cette dernière et à employer un moteur volumineux (pour un compresseur de locomotive, il faudrait un moteur de 20 à 30 ch).

Pour ces raisons, l'entraînement par moteur électrique est en général peu employé. Il n'est utilisé que sur les autorails triples de construction ancienne (types 653, 654, 655, 670), sur lesquels les inconvénients signalés ci-dessus sont moindres en raison de la capacité modérée des compresseurs et de la tension nominale relativement élevée (96 V).

Ces autorails sont munis de deux groupes moto-compresseurs de 8,5 ch chacun.

Chaque groupe est muni d'un dispositif d'arrêt et de mise en marche, de telle sorte que le compresseur s'arrête dès que la pression maximum est atteinte au réservoir principal, et se remet en marche dès que celle-ci descend en-dessous d'une valeur fixée. Ce dispositif est décrit plus loin à l'art. 11. Avec ce système, le compresseur ne tourne que lorsqu'il est nécessaire d'alimenter le réservoir.

Tournant à vitesse constante, il fournit alors un débit constant.

8 b) L'entraînement direct par le moteur Diesel est, pour les raisons mentionnées ci-dessus, le plus souvent adopté. Le compresseur est entraîné mécaniquement en rotation par le moteur Diesel lui-même. Différents systèmes de montage sont utilisés, par exemple :

- entraînement en bout d'arbre de la génératrice principale, dans l'alignement du groupe électrogène, par l'intermédiaire d'un accouplement élastique (locomotives types 202, 203, 204) ;
- entraînement à l'aide d'une prise de mouvement sur l'arbre primaire ou sur un arbre intermédiaire de la transmission mécanique ou hydraulique (la plupart des autorails à transmission mécanique ou hydraulique) ;
- entraînement par courroie à l'aide d'une poulie calée sur l'arbre du moteur Diesel (par exemple locomotives type 201 et la plupart des locomotives Diesel-hydrauliques de manœuvre).

Livret hlt

10. VI.

Page 6.

Dans le premier cas (locomotives types 202, 203, 204), le compresseur tourne à la même vitesse que le moteur Diesel. Dans les autres cas, le compresseur est habituellement soit plus rapide que le moteur Diesel (cas du moteur lent), plus lent (cas du moteur rapide).

La surmultiplication — ou la démultiplication — est assurée soit par les engrenages de la transmission ou de la boîte de commande, soit par les différences de diamètre des poulies de courroie. Le rapport de vitesse est toujours déterminé de façon que la vitesse maximum du compresseur corresponde à la vitesse maximum du Diesel.

Quel que soit le mécanisme de commande, le compresseur tourne en permanence dès que le moteur Diesel est lancé. Il faut donc prévoir un « dispositif de marche à vide », qui arrête la production d'air comprimé dès que la pression maximum est atteinte au réservoir principal. Ce dispositif est décrit plus loin à l'art. 12.

D'autre part, le débit du compresseur varie avec la vitesse de rotation du Diesel. Une caractéristique importante est donc le débit réel du compresseur correspondant au ralenti du Diesel, c'est-à-dire le débit qui est maintenu pendant les stationnements et les marches en dérive. Ce débit est de 2 à 3 fois inférieur au débit réel maximum. Pour les compresseurs de locomotives, par exemple, sa valeur est habituellement :

- de 1000 l/min pour les locomotives de manœuvre de moyenne puissance (350 à 550 ch) ;
- de 1500 à 1600 l/min pour les locomotives de manœuvre de forte puissance (750 ch) et les locomotives de ligne.

C. APPAREILLAGE COMPLEMENTAIRE.

- 9 On retrouve, avec certaines variantes dans leur disposition, les mêmes appareils dans l'installation de production d'air comprimé de tous les engins moteurs Diesel.

La fig. 1 montre un exemple d'une telle installation.

10 COMPRESSEUR (1).**11 PROTECTEUR D'ASPIRATION OU FILTRE A AIR (2).**

Cet appareil contenant, par exemple, une garniture de feutre ou de crin, filtre l'air aspiré et le débarrasse des poussières abrasives qu'il contient. Sur certains compresseurs de locomotives, il y a un filtre à l'entrée de chaque cylindre B.P.

12 APPAREIL ANTIGEL (3).

L'air aspiré contient toujours de la vapeur d'eau qui se condense dans toute l'installation pneumatique. Cette eau s'accumule notamment au fond du réservoir principal et aux points bas de l'installation. Il convient de l'évacuer de temps à autre (une fois par jour au moins) par les robinets de purge prévus à cet effet.

Toutefois, lorsque la température est inférieure à 0° C, cette précaution ne suffit pas pour empêcher le risque de congélation de l'eau de condensation, ce qui peut bloquer les pièces en mouvement ou créer des obstructions dans les conduites.

L'appareil antigel Westinghouse utilisé sur notre matériel a pour but de supprimer ce grave danger. Son principe est de mélanger à l'air aspiré une certaine quantité de vapeur d'alcool; l'alcool mélangé à l'eau condensée empêche la congélation.

L'appareil (fig. 2) comporte un réservoir (1) contenant l'alcool, dans lequel plonge une mèche (6) montée sur une tige (2) qui la tient verticale. La partie supérieure de la mèche débouche dans une chambre (8) située sur le trajet de l'air aspiré lequel entraîne, en passant, une certaine quantité de vapeur d'alcool.

La portion de mèche exposée au courant d'air se règle au moyen du tube coulissant (3) entourant la partie supérieure de la mèche. Le tube (3) se tire ou s'enfonce à l'aide du bouchon (10), de façon à obtenir le mélange convenable; après réglage, il s'immobilise en vissant le bouchon (5), qui bloque le presse-étoupe (4).

Livret hlt

10. VI.

Page 8.

L'appareil comporte encore un bouchon de remplissage (11), avec indicateur de niveau (12) ainsi qu'un bouchon (7) pour la vidange et le démontage.

13 SOUPE DE SURETE (4).

Son rôle est d'assurer la sécurité de l'installation en cas de non-fonctionnement du dispositif de régulation, en laissant échapper l'air en surpression.

14 REFRIGERANT (5).

Radiateur à ailettes refroidi à l'air, pour le refroidissement de l'air échauffé par la compression. Ce refroidissement favorise également le déshuilage.

15 DESHUIEUR (6).

Cet appareil concentre les impuretés contenues dans l'air refoulé par la compression (condensation de vapeur d'huile et d'eau, poussières, calamine), qui se déposent à la partie inférieure.

16 ROBINET DE PURGE DU DESHUIEUR (7).

Sert à évacuer périodiquement les impuretés qui se rassemblent dans le fond du déshuileur.

17 ROBINETS D'ISOLEMENT.

Servent à isoler en cas de besoin, certains éléments de l'équipement. Ils ne sont pas prévus dans toutes les installations.

18 CLAPET DE RETENUE (9).

Cet appareil permet le passage de l'air comprimé venant du compresseur vers le réservoir principal, mais empêche tout retour de l'air contenu dans le réservoir vers sa source, par exemple en cas d'arrêt ou de marche à vide du compresseur.

19 RESERVOIR PRINCIPAL (10).

Dans certains engins, il est subdivisé en deux réservoirs connectés en parallèle.

La capacité totale varie selon le type d'engin. Elle atteint 1000 litres sur les locomotives de ligne et locomotives de manœuvre de forte puissance.

20 ROBINET DE PURGE DU RESERVOIR PRINCIPAL (11).

Sert à l'évacuation périodique de l'eau et autres impuretés qui s'accumulent dans le fond du réservoir.

D. DISPOSITIF DE REGULATION.**21 ROLE.**

L'installation doit toujours être complétée par un dispositif de régulation (non représenté sur la fig. 1).

Ce dispositif maintient automatiquement la pression au réservoir principal entre deux limites fixées, à savoir :

- la limite supérieure, égale à la pression maximum en service (normalement 8 kg/cm^2) ;
- la limite inférieure, habituellement $0,5$ à 1 kg/cm^2 en-dessous de la limite supérieure.

Il doit donc arrêter la production d'air comprimé dès que la pression atteint la limite supérieure et la reprendre quand la pression retombe à la limite inférieure.

Le dispositif de régulation est basé sur un principe différent selon le mode d'entraînement du compresseur. Il est constitué :

- en cas d'entraînement par moteur électrique, par un dispositif d'arrêt et de mise en marche ;
- en cas d'entraînement direct par le moteur Diesel, par un dispositif de marche à vide.

Ces dispositifs sont décrits respectivement aux art. 22 et 23 ci-après.

Livret hlt

10. VI.

Page 10.

22 DISPOSITIF D'ARRET ET DE MISE EN MARCHE.

La fig. 3 montre, par exemple, la disposition adoptée sur les autorails triples type 670.

Les deux groupes moto-compresseurs sont installés sous la voiture médiane et alimentent simultanément les deux réservoirs principaux (10) connectés en parallèle et le réservoir des servitudes (12).

Le dispositif comporte essentiellement un régulateur de pression électropneumatique (13), dont le piston commande un interrupteur inséré dans le circuit d'asservissement des moteurs électriques d'entraînement des compresseurs.

Le régulateur (13) est influencé par la pression d'air du réservoir dont la pression est la plus faible, à l'intervention d'une double valve inverse (14) branchée entre la conduite de raccordement des réservoirs principaux et le réservoir des servitudes.

Ainsi, il n'ouvre les contacts électriques, ce qui provoque l'arrêt du compresseur, qu'au moment où la pression maximum est atteinte à tous les réservoirs. Inversement, il remet les compresseurs en marche dès que la pression dans l'un ou l'autre réservoir tombe en dessous de la limite inférieure.

23 DISPOSITIF DE MARCHE A VIDE.

Ce dispositif s'emploie en cas d'entraînement direct du compresseur par le moteur Diesel.

Il agit en sorte que, une fois la pression maximum atteinte au réservoir principal, l'air aspiré dans les cylindres du compresseur soit refoulé à l'atmosphère. Le compresseur tourne alors à vide en n'absorbant qu'une puissance réduite.

Dès que la pression au réservoir retombe à la limite inférieure, le dispositif agit en sens inverse et le compresseur débite à nouveau dans le réservoir.

Le dispositif de marche à vide peut être réalisé de différentes manières :

- a) Avec les petits compresseurs équipant les autorails (fig. 4), le dispositif comporte essentiellement un régu-

lateur de pression (13), influencé directement par la pression d'air du réservoir principal. Dès que la pression maximum est atteinte, le régulateur (13) admet l'air comprimé sur la soupape d'échappement automatique (14), dite encore valve de coupure, laquelle met alors en communication avec l'atmosphère la tuyauterie de refoulement du compresseur;

- b) Dans les gros compresseurs équipant les locomotives, les soupapes d'admission des cylindres B.P. et H.P. sont munies de « décompresseurs » montés dans le couvercle de ces soupapes. Lorsque l'air comprimé est admis à ces décompresseurs, ceux-ci ont pour effet d'éloigner les soupapes d'admission de leur siège et de les maintenir bloquées en position ouverte. Dès lors, l'air aspiré par les pistons pendant la phase d'admission est retourné directement à l'atmosphère pendant la phase de compression.

L'air comprimé, prélevé sur une dérivation à l'entrée ou à la sortie du réservoir principal, doit donc être admis aux décompresseurs dès que la pression maximum est atteinte et inversement dès que la pression retombe en dessous de la limite inférieure.

Dans la plupart des locomotives Diesel-hydrauliques de manœuvre (fig. 5), l'air comprimé du réservoir principal est admis aux décompresseurs (15) et à la soupape de décharge du réfrigérant intermédiaire (16) à l'intervention d'une valve-pilote (13), qui s'ouvre dès que la pression maximum est atteinte.

Dans les locomotives Diesel-électriques de ligne (fig. 6), l'air comprimé est admis aux décompresseurs (15) à l'intervention d'une électrovalve inverse (14); dès que la pression maximum est atteinte, l'interrupteur pneumatique (13) ouvre les contacts insérés dans le circuit de l'électrovalve; celle-ci cesse alors d'être excitée et permet le passage de l'air comprimé.

Livret hlt

10. VI

Page 12.

E. UTILISATION DE L'AIR COMPRIÈME.

24 EQUIPEMENT DE FREIN.

Plusieurs systèmes de frein sont en usage sur les engins moteurs Diesel de la S.N.C.B., notamment :

25 a) Sur les autorails :

- le frein direct Westinghouse, avec robinet de mécanicien W.S., modérable au serrage et au desserrage (autorails types 551 à 554);
- le frein direct Westinghouse, comme ci-dessus, plus un frein automatique de secours (autorails types 608, 620, 653, 670);
- le frein automatique Westinghouse, modérable au serrage uniquement (autorails types 654, 655);
- le frein automatique Oerlikon, avec robinet de mécanicien FV3, modérable au serrage et au desserrage (autorails types 602 à 605, 630).

26 b) Sur les locomotives de ligne et de manœuvre :

- le frein automatique Oerlikon, avec robinet de mécanicien FV3 et le frein direct Oerlikon, avec robinet de mécanicien Fd1.

Les schémas pneumatiques correspondants sont décrits dans les chapitres consacrés à chaque type d'engin.

Nous indiquerons ici les définitions des différentes conduites de freinage qui peuvent être établies sur toute la longueur du véhicule.

27 La conduite principale (parfois appelée aussi conduite générale d'alimentation) est alimentée directement par le réservoir principal. Il s'y établit donc normalement une pression de 7 à 8 kg/cm².

Sur cette conduite sont branchés notamment les robinets de mécanicien du frein automatique et du frein direct, lesquels assurent la communication du réservoir principal respectivement avec la conduite générale du frein automatique et avec la conduite du frein direct.

28 **La conduite générale du frein automatique** (souvent appelée simplement conduite générale) est normalement alimentée à la pression de 5 kg/cm^2 à partir de la conduite principale par l'intermédiaire du robinet de mécanicien automatique, qui inclut un détendeur de pression. Dans les autorails ne comportant qu'un frein automatique de secours (avec simple robinet de secours sans robinet de mécanicien), l'alimentation se fait par un simple détendeur de pression, par exemple la soupape d'alimentation Westinghouse.

En cas de serrage du frein automatique, le robinet de mécanicien laisse échapper à l'atmosphère l'air de la conduite générale; il s'établit dans la conduite générale une dépression variable avec la position de la poignée (cas du frein Oerlikon) : $0,5$ à $1,5 \text{ kg/cm}^2$ pour le serrage normal.

Sous l'effet de la dépression de la conduite générale du frein automatique, le distributeur (frein Oerlikon) ou la triple valve (frein Westinghouse) :

- interrompt l'alimentation du réservoir auxiliaire et coupe la communication entre les cylindres à frein et l'atmosphère;
- établit la communication entre le réservoir auxiliaire et les cylindres à frein, ce qui provoque le serrage du frein.

En cas de serrage d'urgence ou de fonctionnement du dispositif d'homme-mort, la conduite générale est mise directement en communication avec l'atmosphère.

29 **La conduite du frein direct** (encore appelée conduite directe) est alimentée à partir de la conduite principale par l'intermédiaire du robinet de mécanicien du frein direct. Elle se trouve normalement à la pression atmosphérique. En cas de serrage du frein direct, le robinet de mécanicien envoie de l'air comprimé dans la conduite sous une pression variable avec la position de la poignée (0 à 4 kg/cm^2 dans le cas du frein Oerlikon). Cet air est envoyé dans les cylindres à frein.

Livret hlt

10. VI.

Page 14.

Le frein direct est combiné au frein automatique à l'aide d'un organe appelé double valve d'arrêt.

30 ALIMENTATION DES SERVICES AUXILIAIRES.

Les principaux services auxiliaires fonctionnant à l'air comprimé ont été énumérés à l'art. 1.

Certains appareils sont alimentés à la pression du réservoir principal. Certains engins comportent dans ce but un réservoir des servitudes, alimenté par l'intermédiaire d'un clapet de retenue soit directement par le compresseur, soit par la conduite principale.

Plus nombreux sont cependant les auxiliaires qui doivent être alimentés à une pression inférieure. Beaucoup d'engins comportent dans ce but un réservoir des servitudes ou un réservoir de contrôle. Ce réservoir est alimenté à 5 kg/cm² à partir de la conduite principale :

- soit par l'intermédiaire d'un clapet de retenue et d'un appareil détendeur de pression;
- soit par l'intermédiaire d'une valve de retenue régulatrice de prise d'air.

Cette dernière n'admet l'air au réservoir auxiliaire que si une pression suffisante pour le freinage existe au réservoir principal; de plus, au cas où la pression dans le réservoir principal deviendrait inférieure à celle du réservoir auxiliaire, cette valve permet le retour de l'air emmagasiné dans le réservoir auxiliaire vers le réservoir principal.

Le cas échéant, des conduites destinées à alimenter les auxiliaires, telles que conduite de sablage, conduite des servitudes, conduite d'accélération, conduite de contrôle, conduite des manomètres, etc. sont établies le long du véhicule.

31 COMMANDES A DISTANCE.

Les commandes à distance faisant appel à l'air comprimé sont, à l'exception des autorails types 551 à 554 (pourvus de commandes à distance purement mécanique) largement répandues sur les engins moteurs Diesel.

Elles se classent en deux catégories :

- les commandes à distance pneumatique;
- les commandes à distance électropneumatiques.

32 Dans les commandes à distance pneumatiques, les manettes au poste de conduite règlent directement l'accès de l'air comprimé aux appareils à commander. Citons notamment :

- sur les locomotives de ligne type 201 et les locomotives Diesel-hydrauliques de manœuvre : le réglage de la puissance du moteur Diesel (réglage de la vitesse ou de l'injection); à cet effet, le conducteur agit à l'aide de la manette d'accélération sur un appareil pneumatique, dit accélérateur, dont le rôle est d'établir une pression variable (0 à 4 kg/cm²) sur le régulateur pneumatique du moteur Diesel;
- sur les locomotives Diesel-hydrauliques de manœuvre : les organes de commande de la turbo-transmission (remplissage, synchronisation), les servo-moteurs de commande de l'inverseur de marche et du changeur de gammes, les dispositifs de verrouillage, etc.

33 Dans les commandes à distance électropneumatiques, l'air est généralement admis aux appareils à commander à l'intervention d'électrovalves, qui sont elles-mêmes commandées électriquement à distance par les manettes aux postes de conduite. Citons :

- sur les autorails à transmission mécanique et hydraulique; les servo-moteurs de commande du régulateur du moteur Diesel, de l'inverseur de marche et les organes de commande de la turbo-transmission (remplissage, chargement des circuits);
- dans les transmissions électriques des locomotives de ligne et autorails : inverseurs, contacteurs de puissance, cam-switches, etc.

Livret hlt

10. VI.

Page 16.

F. INSTALLATION A HAUTE PRESSION POUR LE LANCEMENT DU MOTEUR DIESEL.

34 GENERALITES.

On sait que, dans les engins à transmission mécanique ou hydraulique, deux possibilités peuvent être envisagées pour le lancement du moteur Diesel : le démarreur électrique et l'air comprimé.

Le démarreur électrique est d'usage général pour les moteurs rapides, notamment sur les autorails. Pour les gros moteurs à vitesse modérée équipant un grand nombre de locomotives Diesel-hydrauliques de manœuvre, en raison du couple élevé requis pour le lancement, un démarreur électrique deviendrait assez encombrant et trop coûteux, tout en exigeant une batterie de capacité beaucoup plus forte. C'est pourquoi on préfère utiliser l'air comprimé.

Néanmoins, la pression de 8 kg/cm² est insuffisante pour assurer le lancement dans de bonnes conditions. D'où l'obligation de munir ces locomotives d'une installation d'air comprimé à haute pression (habituellement 30 kg/cm²), entièrement indépendante de l'installation prévue pour le frein et les commandes à distance de la motorisation.

35 PRODUCTION DE L'AIR COMPRI ME (fig. 7).

L'air comprimé est produit à l'aide d'un petit compresseur à haute pression Nova. Ce compresseur est à deux étages de pression, réalisés à l'aide d'un seul piston différentiel se déplaçant dans un cylindre refroidi à l'air. Sa vitesse maximum est de 1000 tr/min. Il est entraîné en permanence par le moteur Diesel à l'aide de courroies et est muni, sur le refoulement, d'un robinet de marche à vide (12). Lorsque ce robinet est ouvert, le compresseur débite à l'atmosphère en n'absorbant qu'une puissance réduite.

L'installation comporte encore un filtre à air (3), un séparateur d'huile (4) combiné dans certains équipements avec un régulateur de pression et une soupape de sûreté et de retenue (5).

36 INSTALLATION D'ACCUMULATION (fig. 7).

L'air refoulé par le compresseur est accumulé dans deux bonbonnes (6) de 120 litres chacune.

Chaque bonbonne est munie de deux vannes à volant, une vanne de remplissage (8) et une vanne de lancement (9) ainsi que d'un robinet de purge (10) et d'une soupape de sûreté (11) réglée entre 33 et 35 kg/cm².

37 REMPLISSAGE DES BONBONNES.

Pour remplir les bonbonnes, il faut, le robinet (2) étant fermé, ouvrir les vannes de remplissage (8). Dès que la pression atteint 30 kg/cm², elle agit sur la soupape de marche à vide du régulateur (4); l'air s'échappe alors directement à l'atmosphère.

Bien qu'on puisse compter sur le régulateur (4) et la soupape de sûreté (5) pour empêcher toute pression excessive, il est prescrit une fois la pression de 30 kg/cm² atteinte, de fermer les vannes de remplissage (8) et d'ouvrir le robinet de marche à vide (12), qui établit une communication directe entre le refoulement du compresseur et l'atmosphère.

Lorsque l'équipement ne comporte pas de régulateur de pression, c'est uniquement l'ouverture du robinet (12) qui assure la marche à vide du compresseur; en cas d'inattention, le conducteur est averti que la pression de 30 kg/cm² est atteinte par le fonctionnement du sifflet incorporé dans la soupape de sûreté (5).

38 LANCEMENT DU MOTEUR DIESEL.

Les appareils utilisés pour le lancement du moteur Diesel étant quelque peu différents selon le type de moteur, sont décrits dans les chapitres consacrés à chaque type d'engin.

Livret hlt

10. VI.

Page 18.

Pour que l'air soit admis vers ces appareils, il faut au préalable ouvrir l'une ou l'autre des vanes de lancement (9). La pression minimum requise pour le lancement varie entre 10 et 20 kg/cm² selon le type de moteur et sa température.

Au cas où, au cours d'un intervalle, la pression était accidentellement tombée en dessous de cette valeur, une tuyauterie avec raccord permet le remplissage des bonnes par le compresseur d'une autre locomotive.

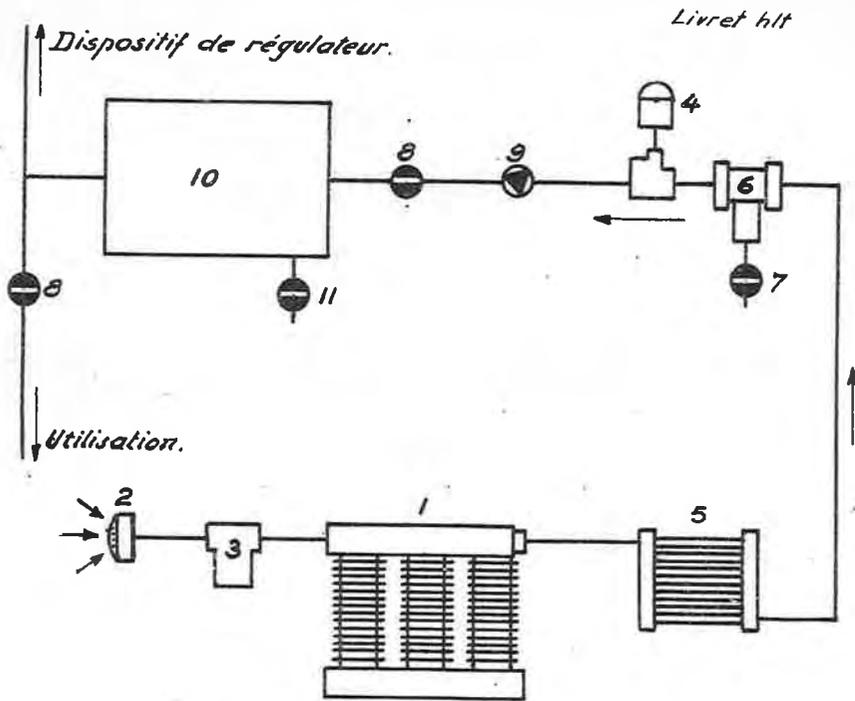


Fig. 1.

1. *Compresseur.*
2. *Protecteur d'aspiration.*
3. *Appareil antigel.*
4. *Soupape de sûreté.*
5. *Réfrigérant.*
6. *Déshuileur.*
7. *Robinet de purge.*
8. *Robinets d'isolement.*
9. *Clapet de retenue.*
10. *Réservoir principal.*
11. *Robinet de purge.*

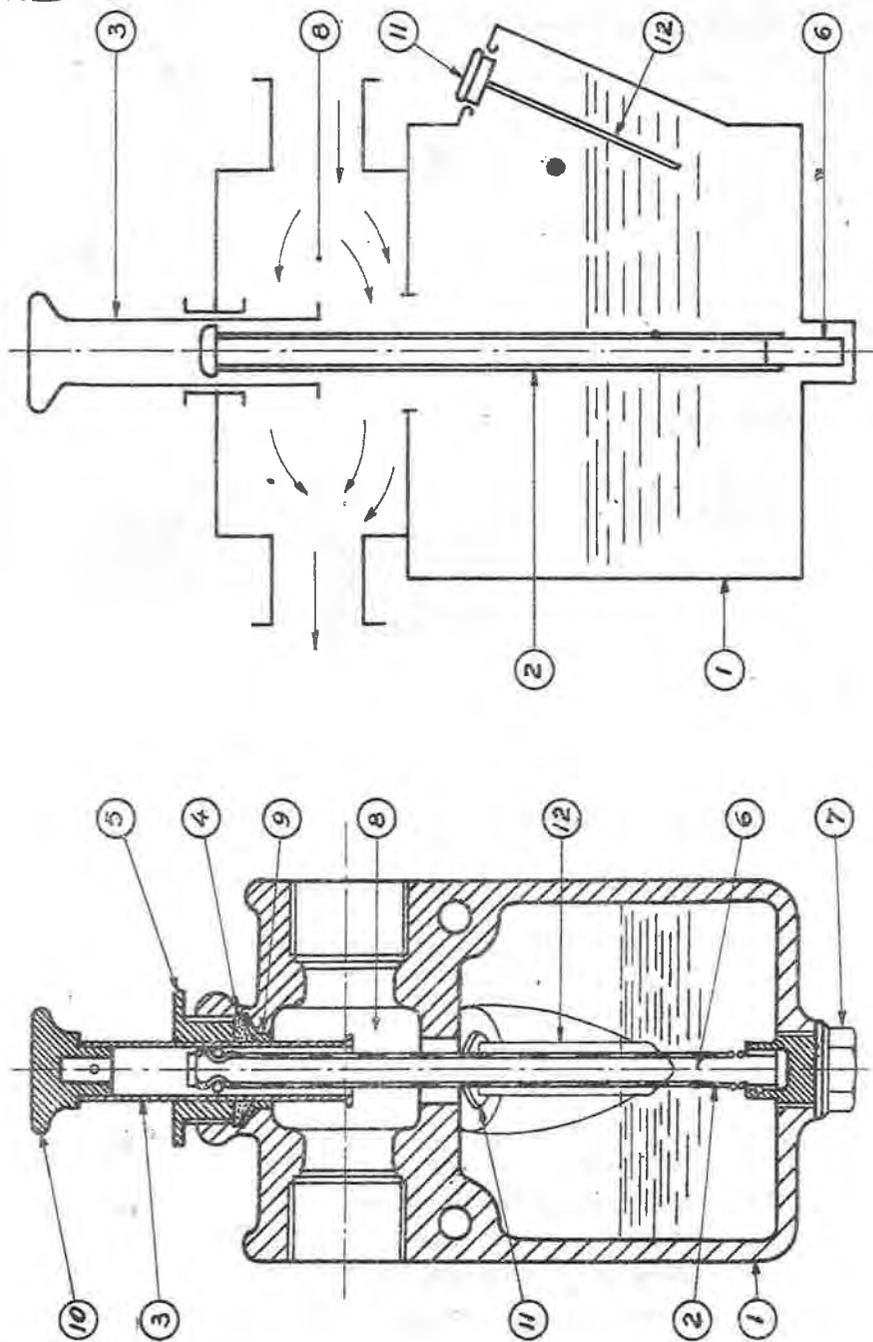


Fig. 2. Appareil antigel Westinghouse.

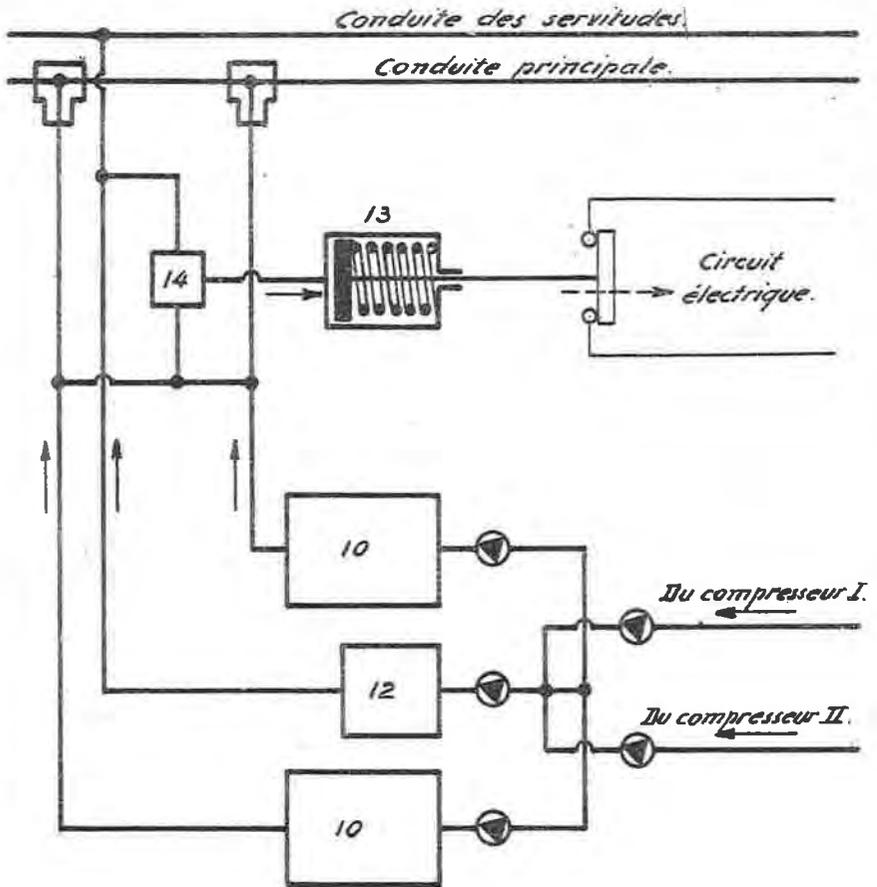


Fig. 3.

- 10. Réservoirs principaux.
- 12. Réservoir des servitudes.
- 13. Régulateur de pression.
- 14. Double-valve inverse.

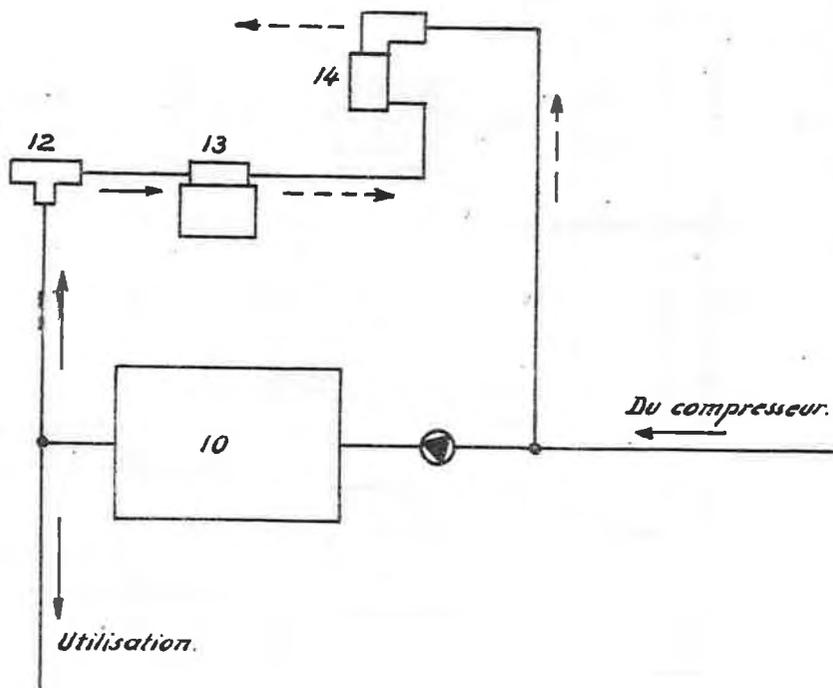


Fig. 4.

- 10. Réservoir principal.
- 12. Attrappe-poussières.
- 13. Régulateur de pression.
- 14. Soupape d'échappement automatique.

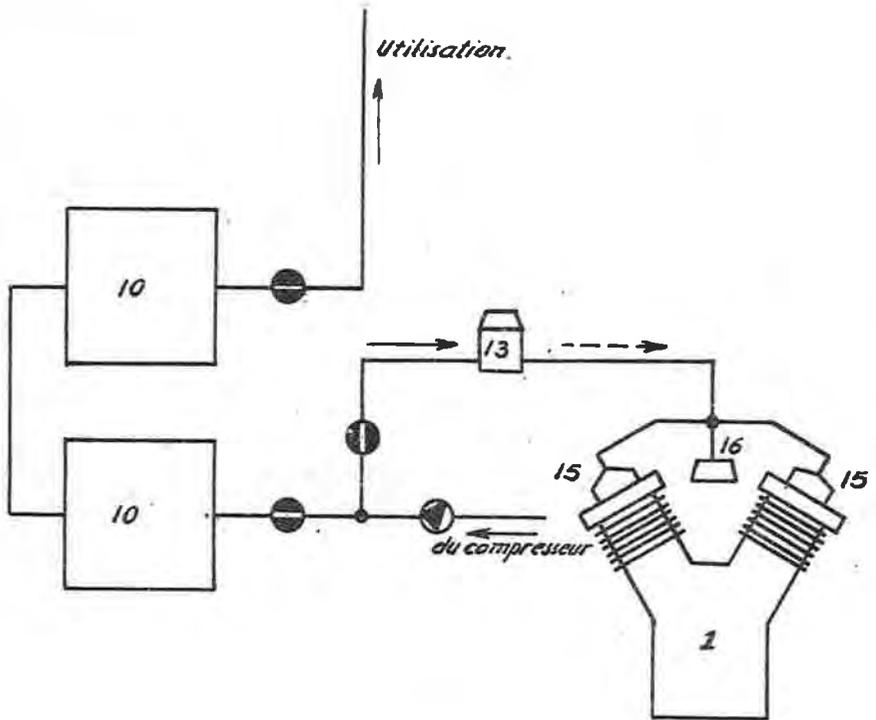


Fig. 5.

1. Compresseur.
10. Réservoirs principaux.
13. Valve pilote.
15. Décompresseurs.
16. Soupape de décharge du refroidisseur.

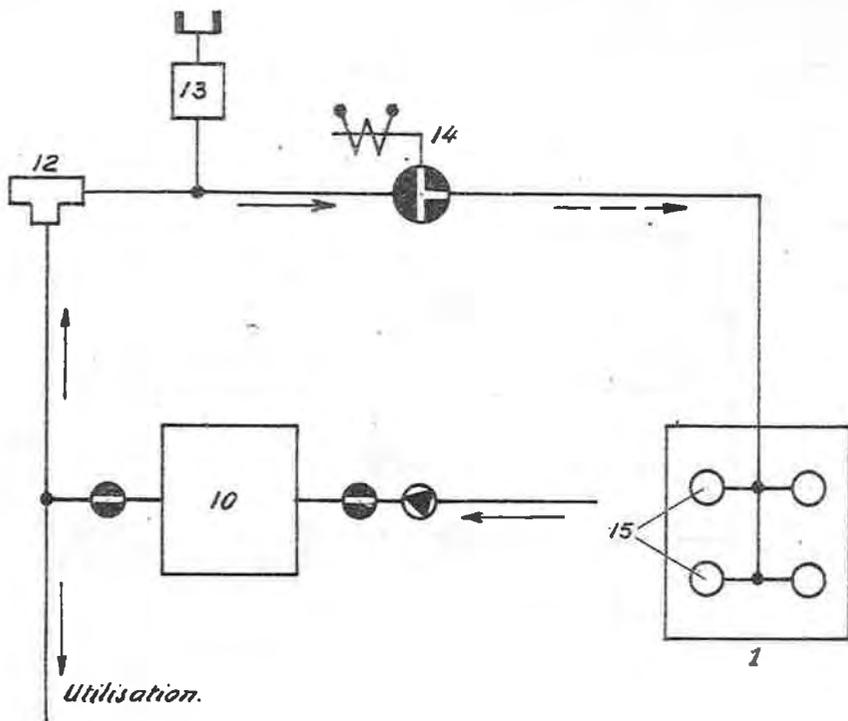


Fig. 6.

1. Compresseur.
10. Réservoir principal.
12. Attrappe - poussières.
13. Interrupteur pneumatique.
14. Electro - valve inverse.
15. Décompresseurs.

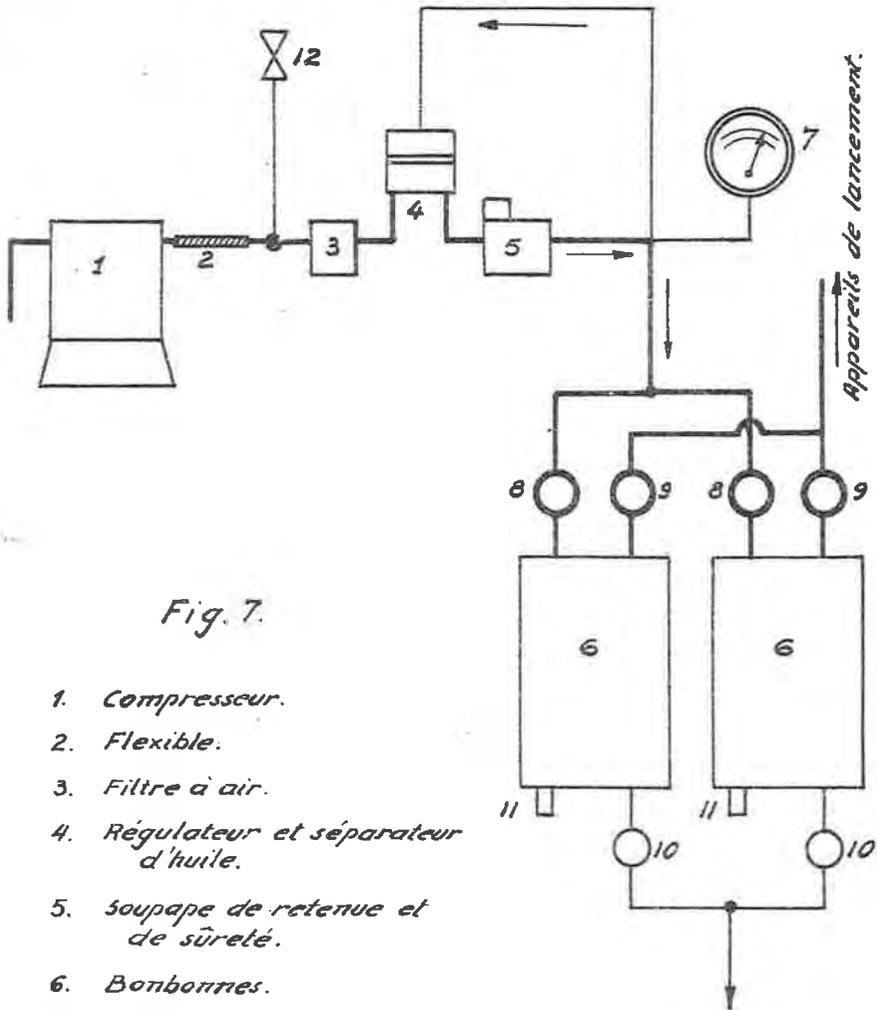


Fig. 7.

1. Compresseur.
2. Flexible.
3. Filtre à air.
4. Régulateur et séparateur d'huile.
5. Soupape de retenue et de sûreté.
6. Bonbonnes.
7. Manomètre.
8. Vannes de remplissage.
9. Vannes de lancement
10. Robinets de purge.
11. Soupapes de sûreté.
12. Robinet de marche à vide.

SOCIETE NATIONALE DES CHEMINS DE FER BELGES



LIVRET HLT

**FASCICULE 10 — Traction Diesel.
Instructions techniques.**

Chapitre VII

**Le chauffage
et la ventilation**

Table des matières.

	Numéro des articles
A. — LOCOMOTIVES DIESEL.	
I. Généralités	
Chauffage des trains de voyageurs	1
Chauffage des cabines de conduite	2
Ventilation des cabines de conduite	3
Dégivrage	4
II. Description de la chaudière de chauffage Vapor-Clarkson O.K. 4616.	
Caractéristiques générales	5
Description des circuits d'eau et de vapeur	
a) Circuit d'eau	6
b) Circuit de vapeur	7
c) Eau de retour	8
d) Chaudières équipées du « Stand-by » — Marche en « Stand-by »	9
Description du circuit de combustible	
a) Chaudières non équipées du « Stand-by »	10
b) Chaudières équipées du « Stand-by » ...	11
Description du circuit d'air comprimé	12

Livret hlt

10. VII.

Table des matières.

Page 2.

	Numéro des articles
III. Traitement de l'eau d'alimentation des chaudières de chauffage.	
Effets nocifs des eaux brutes	13
a) Entartrement	
b) Corrosion	
Modes de traitement	14
a) Traitement externe	
b) Traitement interne	
Purge de la chaudière	15
Lavage de la chaudière	16
B. — AUTORAILS.	
I. Généralités	
Différents systèmes de chauffage	17
a) Chauffage par radiateurs à eau chaude	
b) Chauffage par air pulsé	
Ventilation	18
a) Autorails équipés du chauffage par radiateurs à eau chaude	
b) Autorails équipés du chauffage par air pulsé	
Cabines de conduite	19
II. Chauffage par radiateurs à eau chaude	
— Radiateurs alimentés par une chaudière à feu continu (auto- rails type 601)	20

	Numéro des articles
— Radiateurs alimentés par une dérivation sur le circuit de refroidissement du moteur Diesel (Autorails types 551-552-553)	21
— Radiateurs alimentés par une chaudière chauffée par un brûleur à gasoil (Autorails types 604-605-630 et remorques)	
a) Circuit de chauffage	22
b) Le brûleur à gasoil	23
c) Fonctionnement de l'installation	24
d) Mise en marche du brûleur.....	25
e) Chauffage en cours de route...	26
f) Fonctionnement des dispositifs de sécurité	27
— Radiateurs alimentés par une chaudière chauffée par un brûleur à gasoil ou par l'eau de refroidissement du moteur Diesel (Autorails types 554 et 603)	28
III. Chauffage par air chaud pulsé	
Air pulsé chauffé directement par brûleur à gasoil	29
a) Autorails simples type 608 et doubles type 620	
b) Autorails triples type 670	
Les brûleurs à gasoil	30
Air pulsé, chauffé par un échangeur eau-air (autorails triples types 653-654-655)	31
Le coffre de chauffage	32

CHAPITRE VII.**LE CHAUFFAGE ET LA VENTILATION.****A. — LOCOMOTIVES DIESEL.****I. GENERALITES.****1 Chauffage des trains de voyageurs.**

Toute locomotive de ligne susceptible d'être utilisée en service voyageurs doit être munie d'un équipement permettant d'assurer le chauffage de la rame remorquée.

En principe, deux systèmes peuvent être envisagés, à savoir :

- le chauffage électrique;
- le chauffage à la vapeur.

a) CHAUFFAGE ELECTRIQUE.

La locomotive Diesel est munie d'un groupe électrogène spécial, composé d'un moteur Diesel (300 à 400 chevaux) entraînant un alternateur ou une dynamo fournissant le courant nécessaire au chauffage des voitures remorquées.

Pour utiliser ce système, il faut cependant que toutes les voitures à voyageurs soient équipées du chauffage électrique, ce qui n'est pas le cas sur notre réseau. C'est pourquoi, entre autres, le chauffage électrique n'a pas été appliqué sur nos locomotives Diesel de ligne.

b) CHAUFFAGE A LA VAPEUR.

La locomotive Diesel est munie d'un générateur de vapeur ou chaudière de chauffage, chauffée au gasoil. La vapeur produite alimente les équipements de chauffage à vapeur des voitures, sans modification par rapport à ceux prévus pour la traction vapeur.

Livret hlt

10. VII.

Page 2.

Ce système est appliqué sur nos locomotives Diesel de ligne types 201 - 202 et 204. La chaudière de chauffage du type Vapor-Clarkson O K - 4616, est décrite plus loin (art. 5 à 12).

La chaudière de chauffage peut servir aussi bien au pré-chauffage de la rame avant le départ qu'au chauffage en cours de route. Elle est alimentée d'une part en combustible à partir du réservoir principal à gasoil de la locomotive, d'autre part, en eau à partir d'un réservoir spécialement installé; la contenance de ce réservoir est de 2500 à 3700 litres selon le type de locomotive.

2 Chauffage des cabines de conduite.

Les locomotives Diesel de manœuvre et de ligne comportent une ou deux cabines de conduite, qui doivent être chauffées en hiver pour assurer au conducteur des conditions de travail confortables. Différents systèmes peuvent être envisagés.

a) CHAUFFAGE ELECTRIQUE.

Le système de chauffage par résistance électrique raccordée sur le circuit basse tension est très simple, mais il nécessite une puissance relativement élevée ainsi que certaines précautions en vue d'utiliser uniquement le courant fourni par la génératrice auxiliaire et d'éviter aussi l'épuisement de la batterie. Aussi ne l'utilise-t-on qu'à titre de chauffage d'appoint, sous faible puissance, en des points bien particuliers (par exemple chauffe-pieds, taque chauffante).

b) RADIATEUR A EAU CHAUDE.

Ce système, également très simple, consiste à utiliser un radiateur ordinaire alimenté en eau chaude par une dérivation sur le circuit de refroidissement du moteur Diesel. Cependant, le radiateur devient assez encombrant lorsque la cabine est de dimensions relativement grandes. Jusqu'à présent, il est peu employé sur nos locomotives.

c) CHAUFFERETTES A EAU CHAUDE ET AIR PULSE.

Ce système consiste à combiner un petit radiateur à eau chaude raccordé sur le circuit de refroidissement du

Diesel, avec un petit ventilateur entraîné par un moteur électrique à courant continu alimenté par le circuit basse tension (génératrice auxiliaire ou batterie).

Le groupe moteur-ventilateur est entouré par les tubes à eau et le tout forme un ensemble compact et de dimensions réduites, appelé chaufferette, qui souffle de l'air chaud dans la cabine.

Ce système est appliqué sur la plupart de nos locomotives, chaque cabine comportant, selon le cas, une ou deux chaufferettes.

Certaines de ces chaufferettes, analogues à celles utilisées sur le matériel automobile (Bosch) présentent cependant l'inconvénient de nécessiter le renouvellement relativement fréquent du moteur électrique.

C'est pourquoi un système plus robuste, spécialement conçu pour le matériel ferroviaire (Aurora) a été monté sur certaines locomotives type 204. Ce type de chaufferette présente la particularité d'aspirer l'air, non à l'intérieur de la cabine, mais à l'extérieur par des ouïes pratiquées dans le capot d'extrémité (nez) de la locomotive. Ainsi, dès que la vitesse atteint 60 km/heure environ, le moteur électrique ne doit plus être alimenté, le courant d'air dû à la marche étant suffisant pour entraîner le ventilateur.

3 Ventilation des cabines de conduite.

Les chaufferettes à air pulsé peuvent être utilisées pour la ventilation des cabines de conduite à condition de fermer le robinet d'isolement du circuit d'eau chaude.

Les chaufferettes ordinaires n'assurent cependant qu'un brassage de l'air contenu dans la cabine tandis que celles du type Aurora assurent le renouvellement de cet air par de l'air frais aspiré à l'extérieur de la cabine.

4 Dégivrage.

Les vitres frontales des cabines de conduite en face du conducteur doivent être munies d'un système de dégivrage, c'est-à-dire d'un système chauffant légèrement ces vitres

Livret hlt

10. VII.

Page 4.

de façon à empêcher la formation de givre en hiver. Différents moyens peuvent être employés à cet effet.

a) VITRES CHAUFFANTES.

La vitre est constituée d'un verre rendu semi-conducteur de l'électricité par un traitement spécial et raccordée directement sur le circuit basse tension. La chaleur dégagée par effet Joule assure le dégivrage.

Ce système, de conception très récente, n'est pas encore appliqué sur nos locomotives.

b) DEGIVREURS ELECTRIQUES.

Le dégivreur électrique se présente sous la forme d'un cadre rond ou rectangulaire, au travers duquel sont tendus de minces fils métalliques très résistants. La résistance ainsi formée est raccordée sur le circuit basse tension. La chaleur dégagée par effet Joule assure le dégivrage.

c) DEGIVRAGE PAR AIR PULSE.

Ce système consiste à prévoir une ou plusieurs dérivations sur le refoulement des ventilateurs des chauffettes à air pulsé assurant le chauffage de la cabine. Ces dérivations amènent l'air chaud à des fentes pratiquées dans l'encadrement au bas des vitres frontales. Le courant d'air chaud ainsi dirigé le long des vitres assure le dégivrage.

Les vitres frontales des cabines de nos locomotives Diesel sont munies soit de dégivreurs électriques, soit du dégivrage par air pulsé.

II. DESCRIPTION DE LA CHAUDIERE DE CHAUFFAGE VAPOR-CLARKSON O K 4616.

5 Caractéristiques générales.

La chaudière de chauffage, du type Vapor-Clarkson, équipant les locomotives types 201-202 et 204, est constituée par un jeu de serpentins, à faible volume d'eau (54 litres), entourant complètement la chambre de combustion. La chaleur de vaporisation est fournie par un brûleur à gasoil.

Une fois mis en route, le fonctionnement de la chaudière est entièrement automatique, sans intervention du conducteur, les débits d'eau et de combustible s'adaptant à la consommation de vapeur.

Il appartient cependant au conducteur de surveiller la lampe-témoin au poste de conduite indiquant un arrêt intempestif du générateur et, le cas échéant, d'effectuer régulièrement les purges à l'aide du bouton-poussoir prévu à cet effet (si le dispositif automatique commandant ces purges n'est pas monté ou est hors service) (cf. art. 15).

La production maximum de la chaudière est de 780 kg de vapeur par heure, la consommation correspondante de combustible étant d'environ 80 litres à l'heure

La consommation en vapeur des voitures remorquées pouvant atteindre par temps froid, 80 à 100 kg par heure et par voiture, le chauffage d'une rame de 8 à 10 voitures peut être efficacement assuré.

Les chaudières équipant des locomotives type 201 sont équipées d'un dispositif dit « Stand-by », permettant éventuellement, lorsque la locomotive remorque des trains de marchandises, de les faire fonctionner comme réchauffeur d'eau de façon à éviter le gel.

Les articles suivants (6 à 12) donnent une description des circuits d'eau et de vapeur, de combustible et d'air comprimé. La description des circuits et de l'appareillage électrique, ainsi que les instructions pour la mise en marche, l'arrêt et le dépannage de la chaudière sont données dans les chapitres consacrés à la description des types d'engin considéré (201 et 202-204).

Les précautions à prendre contre le gel sont reprises dans le fasc. 9, chap. VII.

Les caractéristiques numériques de la chaudière sont données au tableau annexe I.

Description des circuits d'eau et de vapeur (fig. 1).

6 a) CIRCUIT D'EAU.

La pompe à eau (230) aspire dans le réservoir (232). Sur la conduite d'aspiration est monté un réservoir de traitement (234).

Livret hlt

10. VII.

Page 6.

Sur le refoulement de la pompe est montée une tuyauterie qui porte la soupape de sûreté (112) réglée à 39 kg/cm² et un robinet d'essai (18).

La conduite principale de refoulement comporte une première dérivation la faisant communiquer avec la tuyauterie d'aspiration. Sur cette dérivation est monté un robinet d'arrêt (8) à commande manuelle.

Ce robinet est normalement fermé et plombé. Ce robinet ne peut être manœuvré pour régler le débit d'eau qu'au cas où le régulateur automatique de by-pass ne fonctionnerait pas correctement.

Après la première dérivation, la conduite de refoulement se subdivise en deux branches, une allant au régulateur de by-pass d'eau (111), l'autre au servo-moteur à gasoil (108) qui règle la quantité de gasoil à envoyer à l'atomiseur (105).

Le régulateur de by-pass (111) actionné par la pression de vapeur de la conduite de vapeur, règle le volume d'eau d'alimentation à admettre au servo-moteur de contrôle de gasoil en retournant à la colonne d'aspiration de la pompe l'eau envoyée en excès dans la colonne de refoulement par la pompe à eau.

Le volume d'eau qui va aux serpentins est donc la différence entre le volume débité par la pompe à eau et le volume qui est retourné à l'aspiration par le by-pass.

Le servo-moteur de contrôle de gasoil (108) détermine la quantité de gasoil à envoyer à l'atomiseur ainsi que le volume d'air nécessaire à la combustion. Ces quantités de gasoil et d'air sont en proportion directe avec le volume d'eau passant sous le diaphragme du servo-moteur et qui, de là, va aux serpentins.

L'eau d'alimentation, en sortant du servo-moteur de contrôle de gasoil, va à l'échangeur de chaleur (213). Sur la conduite allant du servo-moteur à l'échangeur est monté un clapet de non-retour qui empêche l'entrée au servo-moteur de la solution de lavage pendant le lavage des serpentins.

Dans l'échangeur, l'eau d'alimentation absorbe une partie des calories libérées par l'eau chaude de retour.

De l'échangeur de chaleur, l'eau d'alimentation va aux serpentins, en passant par un autre clapet de non-retour (pour prévenir les retours d'eau sous pression des serpentins à l'échangeur) et par le robinet d'arrêt des serpentins (3), qui est normalement ouvert. Durant le passage dans les serpentins, 90 à 95% de l'eau d'alimentation est transformée en vapeur. L'excès d'eau entraîne les dépôts et les boues qui se forment dans les serpentins et va au séparateur de vapeur (221).

Une valve de purge des serpentins (2) est montée sur un branchement venant du robinet d'arrêt (3). Cette valve est normalement fermée.

7 b) CIRCUIT DE VAPEUR.

En sortant des serpentins, la vapeur va au limiteur de température de vapeur (110). Cet appareil réduit automatiquement l'arrivée de gasoil à l'atomiseur quand la température de la vapeur atteint la limite maximum admise.

Du limiteur de température, la vapeur va au séparateur de vapeur (221) et enfin à la conduite de chauffage, vanne (15) ouverte.

Le séparateur de vapeur (221) sépare l'eau en excès et les boues entraînées par la vapeur. Ces boues se déposent au fond du séparateur d'où elles sont chassées périodiquement grâce à un purgeur (12) installé à cet effet. Ce purgeur peut être manœuvré au pied ou à l'air comprimé. L'air comprimé est admis par une électrovalve excitée pendant 3 secondes toutes les 5 minutes par une minuterie.

Un bouton-poussoir, placé sur le tableau de bord dans chaque poste de conduite, permet d'exciter à volonté cette électrovalve. Ces boutons-poussoirs sont nécessaires, vu que la minuterie ne fonctionne que lors des périodes de traction (pas à l'arrêt de la locomotive, ni en dérive).

Un conduit de vapeur de faible diamètre sur lequel est montée une vanne d'arrêt (10) va de la sortie du séparateur de vapeur à un radiateur (217) placé sous la pompe à eau. L'eau condensée dans ce radiateur retourne au réservoir à eau. La vanne d'arrêt (10) doit être ouverte lorsque la température extérieure est à 0° C ou au-dessous.

Livret hlt

10. VII.

Page 8.

Une tuyauterie branchée sur cette conduite peut également amener un léger filet de vapeur à l'échangeur (213) via la vanne (6) et un clapet de non-retour.

8 c) EAU DE RETOUR.

L'eau séparée de la vapeur dans le séparateur de vapeur (221) va au serpentin de l'échangeur de chaleur (213) en passant par un clapet séparateur (223) qui arrête la vapeur pouvant venir du séparateur. En sortant de l'échangeur de chaleur, l'eau retourne au réservoir d'eau en passant par un robinet à 3 voies (17) utilisé pour le lavage et par un voyant (218) qui permet le contrôle visuel du débit.

9 d) CHAUDIERES EQUIPEES DU « STAND-BY » : MARCHÉ EN « STAND-BY ».

Pour les chaudières équipées du « Stand-by », dans cette position de marche, le courant d'eau suit le même circuit qu'en marche normale aux exceptions suivantes près. La vanne (15) au-dessus du séparateur de vapeur est fermée afin d'empêcher l'entrée de l'eau dans la conduite de chauffage. La vanne (56) est ouverte et l'eau chaude retourne au réservoir (232) après avoir passé au travers de la soupape de décharge (121). Cette soupape réglée à la pression de 1 kg/cm² maintient cette pression dans le séparateur de vapeur, assurant ainsi un léger écoulement d'eau chaude à travers le clapet séparateur (223), l'échangeur (213) et la conduite d'eau de retour.

En marche en « Stand-by », la pompe à eau fonctionne continuellement. L'aquastat (120) contrôle la température de l'eau.

Lorsque celle-ci atteint 62° C., l'aquastat agit de façon à désexciter la valve électromagnétique à gasoil (104) qui coupe l'arrivée du gasoil à l'atomiseur : le feu s'éteint. Lorsque la température de l'eau qui continue à circuler retombe à 37° C., l'aquastat agit à nouveau de façon cette fois à exciter la valve électromagnétique à gasoil qui rétablit l'arrivée de gasoil à l'atomiseur : le feu se rallume.

Description du circuit de combustible (fig. 1).**10 a) CHAUDIERES NON EQUIPEES DU « STAND-BY ».**

Le gasoil est aspiré du réservoir à combustible (211) par la pompe à combustible (209). Sur la conduite d'aspiration sont montés un clapet de retenue (qui empêche la vidange de la colonne lorsque le générateur ne fonctionne pas) et un filtre (206).

A la sortie de la pompe, sur la colonne de refoulement, sont montés un régulateur de pression de gasoil (103), un manomètre (208) et deux filtres (204) et (205). Le régulateur de pression (103) maintient une pression de $10,5 \text{ kg/cm}^2$ dans la colonne de refoulement et l'excès de gasoil délivré par la pompe retourne au réservoir à combustible.

Deux branchements prennent naissance à la sortie du régulateur de pression. Ces deux branchements vont au servo-moteur de débit de gasoil (108). Dans le premier branchement circule le gasoil de combustion et dans le second branchement, le gasoil qui sert de fluide sous pression pour actionner le servo-moteur (108). Ce gasoil sous pression passe à travers un filtre (205) avant d'entrer dans les cylindres de commande du servo-moteur. De ce cylindre, il retourne au réservoir à combustible. Le gasoil de combustion arrive à la valve de débit du servo-moteur. Celui-ci délivre à l'atomiseur (105) le gasoil et l'air nécessaire à la combustion suivant le volume d'eau qui entre dans les serpentins .

Le gasoil, délivré par le servo-moteur pour la combustion va de la valve de réglage de débit au limiteur de température de vapeur (110) qui réduit automatiquement la quantité de gasoil à envoyer à l'atomiseur si la température de la vapeur dans les serpentins devient excessive.

Enfin, le gasoil va à l'atomiseur (105) qui le pulvérise dans la chambre de combustion. La pulvérisation est obtenue en forçant le gasoil sous pression d'air à travers les orifices d'un ajutage pulvérisateur. Le manomètre (207) monté avant l'atomiseur donne la pression de gasoil à

Livret hlt

10. VII.

Page 10.

l'atomiseur. Cette pression ne peut jamais dépasser 30 p. s. i. ou $2,1 \text{ kg/cm}^2$ au régime de marche maximum. Le manomètre (208), monté après le régulateur de pression (103), donne la pression maintenue par ce régulateur.

11 b) CHAUDIERES EQUIPEES DU « STAND-BY ».

Les générateurs équipés du « Stand-by » possèdent une valve électromagnétique à 3 voies (122).

En marche normale, cette électrovalve n'est pas excitée et admet le gasoil sous pression sous le piston de commande de la valve de débit d'eau du servo-moteur (108) de façon à ce que celui-ci agisse comme dans le cas d'un générateur non équipé du « Stand-by ».

En position « Stand-by », l'électrovalve (122) est excitée et empêche le gasoil sous pression de parvenir sous le piston de commande de la valve de débit d'eau du servo-moteur. De ce fait, ce dernier s'ouvre beaucoup moins pour le débit d'eau maximum de façon à envoyer une quantité de gasoil réduite à l'atomiseur vu qu'il suffit simplement, dans ce cas, de chauffer l'eau et non de la vaporiser.

12 Description du circuit d'air comprimé (fig. 1).

La vanne (1) étant ouverte, l'air comprimé fourni par le compresseur de la locomotive passe à travers le régulateur de pression d'air (100) qui réduit la pression à 30 p. s. i., soit $2,1 \text{ kg/cm}^2$ environ, pression indiquée par le manomètre (201).

Cet air détendu arrive ensuite à l'atomiseur (105) où il pulvérise le gasoil de combustion.

Entre le régulateur (100) et l'atomiseur (105) est monté en dérivation un interrupteur à manque de pression d'air (101). Cet interrupteur arrête le générateur au cas où la pression tomberait à 20 p. s. i. ou moins, soit $1,4 \text{ kg/cm}^2$.

**III. TRAITEMENT DE L'EAU D'ALIMENTATION
DES CHAUDIERES DE CHAUFFAGE.****13 Effets nocifs des eaux brutes.**

Les eaux brutes ou eaux naturelles d'alimentation des chaudières contiennent, en solution, des quantités variables des composés suivants :

- sels de sodium et de potassium;
- sels de calcium et de magnésium;
- sels de fer et d'aluminium ;
- silice.

Ces composés, introduits dans la chaudière exercent des effets nocifs à savoir :

- l'entartrement, ou formation d'incrustations;
- la corrosion.

a) ENTARTREMENT.

Certains des composés ci-dessus donnent lieu à la formation sur les parois internes des serpentins de la chaudière, d'une couche, dure et adhérente, dénommée **tartre** et dont la structure et la nature dépendent de la composition des eaux d'alimentation et de l'endroit où il est formé. Ces composés sont dits « **incrustants** ».

Les eaux contenant beaucoup de sels incrustants sont dites « dures ». La dureté d'une eau s'exprime en unité conventionnelle dite « **degré français** ».

Si l'eau contient des sels incrustants, la formation de tartre est particulièrement rapide dans les serpentins d'une chaudière du genre Vapor-Clarkson, où l'eau est soumise à une vaporisation intense sous faible volume.

L'entartrement des serpentins présente de graves inconvénients, notamment :

- augmentation de la pression de refoulement à la pompe;
- mauvais échange de chaleur et diminution de la quantité d'eau vaporisée;
- danger d'arrêt de la chaudière par le déclenchement de l'interrupteur de cheminée (gaz trop chauds).

Livret hlt

10. VII.

Page 12.

b) CORROSION.

D'autres composés parmi ceux cités ci-dessus exercent une action corrosive sur les surfaces en acier en contact avec l'eau. Lorsqu'elle s'exerce, cette action réduit sensiblement la durée de vie des serpentins. A noter que, généralement, les eaux incrustantes sont peu corrosives.

14 Modes de traitement.

De ce qui a été dit ci-dessus, il résulte que l'alimentation continue en eau brute aurait des effets désastreux, tant au point de vue de la conservation de la chaudière que de la consommation de gasoil.

C'est pourquoi l'eau d'alimentation doit être **traitée**.

On distingue :

- le traitement externe;
- le traitement interne.

a) TRAITEMENT EXTERNE.

Ce traitement est appliqué aux eaux servant à l'alimentation des chaudières dans les remises à locomotives Diesel.

Grâce à un traitement physique et chimique approprié, dans une installation spéciale, l'eau est **adoucie**, c'est-à-dire que les sels incrustants y contenus sont éliminés ou transformés en sels non incrustants; le traitement est complété par l'adjonction d'un produit destiné principalement à neutraliser la corrosion.

L'eau ainsi traitée peut être utilisée dans la chaudière sans traitement interne complémentaire.

b) TRAITEMENT INTERNE.

Ce traitement s'applique aux eaux approvisionnées dans les remises ou les gares grâce aux prises d'eau branchées sur les conduites d'alimentation des grues hydrauliques pour locomotives à vapeur.

Ces eaux proviennent d'un épurateur chaux/soude ou même sont parfois des eaux brutes. Elles contiennent encore, en proportions variables, une certaine quantité de sels incrustants ou corrosifs. Aussi, un traitement interne est alors indispensable.

Le conducteur est mis dans ce but en possession d'un produit spécial désincrustant qui doit être ajouté à l'eau lors de la réalimentation du réservoir, en proportion variable avec la nature de l'eau.

Ce produit a pour effet de transformer les sels incrustants en composés non incrustants qui se déposent sous forme de boues, et de maintenir dans les serpentins un milieu empêchant la corrosion.

15 Purge de la chaudière.

L'élimination des boues formées, surtout par le traitement interne, se fait par la purge du séparateur de la chaudière. La purge se fait automatiquement (en principe toutes les 5 minutes), ou bien elle est commandée à distance par le conducteur à l'aide d'un bouton-poussoir au poste de conduite. Si tel est le cas il est indispensable qu'elle soit faite très régulièrement pour assurer la bonne conservation de la chaudière (toutes les 10 minutes).

16 Lavage de la chaudière.

Afin de débarrasser l'intérieur des serpentins, dans la mesure du possible, des boues adhérentes et des incrustations qui, en dépit des précautions prises, se forment encore, le service d'entretien des remises procède périodiquement au **lavage** des chaudières de chauffage. Cette opération s'effectue à l'aide d'un appareillage spécial qui fait circuler une solution d'acide passivé dans les serpentins.

B. — AUTORAILS.

I. GENERALITES.

17 Différents systèmes de chauffage.

Tout autorail doit être muni d'un équipement permettant d'assurer le chauffage de la ou des voitures constitutives.

Livret hlt

10. VII.

Page 14.

Selon le mode de distribution de la chaleur dans les compartiments, les systèmes de chauffage en usage sur nos autorails se classent en deux grandes catégories, à savoir :

- le chauffage par radiateurs à eau chaude;
- le chauffage par air pulsé.

a) CHAUFFAGE PAR RADIATEURS A EAU CHAUDE.

Le chauffage est assuré par un certain nombre de radiateurs convenablement répartis dans la voiture, et à l'intérieur desquels circule de l'eau chaude.

L'alimentation des radiateurs peut être obtenue :

- 1) Par une chaudière à eau à feu continu chauffée au coke ou à l'antracite (autorails type 601);
- 2) par une dérivation sur le circuit de refroidissement du moteur Diesel (autorails types 551-552-553);
- 3) par une chaudière à eau chauffée à l'aide d'un brûleur à gasoil Westinghouse (autorails types 604-605-630 et remorques);
- 4) par un système combinant les deux précédents et permettant d'utiliser comme source de chaleur, soit le brûleur à gasoil, soit le moteur Diesel (autorails types 554-603).

b) CHAUFFAGE PAR AIR PULSE.

Le chauffage est réalisé à l'aide d'air chaud, refoulé par un ventilateur et distribué dans les compartiments à partir de diffuseurs sous banquettes.

L'air vicié s'évacue naturellement par la surpression créée dans la voiture (autorails simples types 608-doubles 620-triples 670) ou bien il est aspiré par un second ventilateur à partir de diffuseurs sous plafond (autorails triples types 653-654-655).

Ce système assure donc simultanément le chauffage et le renouvellement de l'air.

L'air est chauffé à l'intervention de brûleurs à gasoil Westinghouse :

- soit directement, chaque voiture étant munie d'une installation individuelle avec chaudière à air (autorails types 608-620-670);

- soit par l'intermédiaire d'une batterie d'échange à eau chaude logée dans la voiture médiane, et parcourue par de l'eau chauffée elle-même à l'aide de deux brûleurs à gasoil Westinghouse (autorails triples types 653-654-655).

18 Ventilation.

Les baies des voitures d'autorails sont pourvues, à leur partie supérieure, soit de demi-châssis s'ouvrant, vers le bas, soit de petits châssis coulissants s'ouvrant latéralement. Un système de ventilation doit cependant être prévu pour permettre une certaine aération de la voiture lorsque ces châssis sont fermés. La ventilation se fait de façon différente selon que le chauffage est réalisé par radiateurs à eau chaude ou par air pulsé :

a) AUTORAILS EQUIPES DU CHAUFFAGE PAR RADIA-TEURS A EAU CHAUDE.

La ventilation dite ventilation naturelle, est réalisée :

- soit à l'aide de petits appareils disposés dans la toiture, actionnés par le courant d'air de la marche, ces appareils, appelés anémostats, sont du type soufflant, c.à.d. qu'ils refoulent vers l'intérieur de la voiture l'air extérieur, ou du type aspirant, c.-à.-d. qu'ils aspirent l'air vicié à l'intérieur de la voiture et le rejettent à l'extérieur;
- soit à l'aide d'une gaine centrale de ventilation disposée dans la toiture, aspirant l'air à l'avant du véhicule et le distribuant dans les compartiments (autorails types 603-604-605).

b) AUTORAILS EQUIPES DU CHAUFFAGE PAR AIR PULSE.

L'installation de distribution d'air du chauffage est utilisée en été pour réaliser la ventilation, soit en refoulant dans la voiture l'air frais aspiré à l'extérieur, soit en aspirant l'air vicié et en le rejetant à l'extérieur, soit les deux à la fois (voir art. 29 et 31). Ces autorails sont donc à ventilation forcée.

Livret hlt

10. VII.

Page 16.

19 Cabines de conduite.

Habituellement, le chauffage des cabines de conduite des autorails est assuré par le système général de chauffage de la voiture, par exemple, un radiateur à eau chaude.

Le cas échéant, les moyens de chauffage utilisés pour le chauffage des cabines de conduite des locomotives (cf. art. 2) peuvent également être appliqués.

Les postes de conduite installés dans les salles des machines sont chauffés par la chaleur rayonnée du moteur Diesel.

Les moyens utilisables pour le dégivrage des vitres frontales des cabines de conduite sont les mêmes que pour les locomotives (cf. art. 4). Nos autorails sont généralement équipés de dégivreurs électriques.

II. CHAUFFAGE PAR RADIATEURS A EAU CHAUDE.

20 Radiateurs alimentés par une chaudière à feu continu (autorails type 601).

La chaudière, brûlant du coke ou de l'antracite, est placée dans une cabine spéciale. Elle alimente un circuit de chauffage autonome à eau chaude. Ce système n'est plus appliqué sur les autorails de conception récente.

21 Radiateurs alimentés par une dérivation sur le circuit de refroidissement du moteur Diesel (autorails types 551-552-553).

Le fonctionnement de l'installation est illustré par le schéma fig. 2.

La mise en service des radiateurs de chauffage s'obtient par la manœuvre du robinet à 3 voies (r), placé sous une banquette vers le milieu de la voiture. Ce robinet peut occuper deux positions :

- été : les radiateurs de chauffage sont hors circuit;
- hiver : les radiateurs de chauffage sont raccordés en dérivation sur le circuit de refroidissement et parcourus par l'eau chauffée dans le moteur Diesel.

Ce système, quoique très simple, n'a plus été adopté sur les constructions nouvelles en raison des inconvénients suivants :

- il ne permet pas le préchauffage de l'autorail;
- la quantité de calories produites étant strictement limitée en fonction de la puissance développée par le Diesel, le chauffage est insuffisant en période de grands froids;
- dans ces mêmes périodes, l'évacuation de la chaleur par les radiateurs de chauffage fait diminuer la température de l'eau de refroidissement du moteur Diesel à une valeur trop basse, ce qui est défavorable à la bonne conservation de ce dernier.

Radiateurs alimentés par une chaudière chauffée par un brûleur à gasoil (autorails types 604-605-630 et remorques).

22 a) CIRCUIT DE CHAUFFAGE (fig. 3).

Le circuit de chauffage est indépendant du circuit de refroidissement du Diesel. L'installation comprend essentiellement (fig. 3) :

- Un vase d'expansion;
- Un réchauffeur d'eau avec brûleur à gasoil Westinghouse type S² à deux régimes (grand débit ou débit réduit); le brûleur est alimenté en gasoil par gravité à l'intervention d'un réservoir-nourrice;
- Un circulateur (P), c.-à.-d. une petite pompe centrifuge à commande électrique pour la circulation de l'eau dans le circuit;
- Un thermostat de compartiment (TC), réglant automatiquement le régime du brûleur de façon à maintenir la température à l'intérieur de l'autorail entre deux limites bien déterminées;
- Deux thermostats de sécurité : le premier, placé à la sortie du réchauffeur d'eau (TB 53), supprime l'alimentation du brûleur si l'eau atteint, pour une cause accidentelle quelconque, une température excessive; le second, placé dans la cheminée d'évacuation des gaz du brûleur (thermostat de cheminée TCH 1)

Livret hlt

10. VII.

Page 18.

supprime l'alimentation du brûleur si celui-ci, pour une cause accidentelle quelconque, vient à s'éteindre en cours de route, de façon à éviter toute accumulation intempestive de gasoil.

Les appareils de commande et de contrôle (dans le compartiment bagages), notamment, un interrupteur général de chauffage, un commutateur rotatif à 4 positions pour la mise en marche du brûleur, deux lampes de contrôle (une rouge et une verte).

23 b) LE BRULEUR A GASOIL (fig. 4).

Le brûleur à gasoil Westinghouse (type S2), représenté schématiquement à la fig. 3, comprend :

- Un groupe d'alimentation (25) à deux débits;
- Un moteur électrique (3) sur l'arbre duquel sont calés la roue (8) du ventilateur et le divergent-tournant (18);
- Une bouche à feu (14) fixée sur l'embase (1), laquelle est boulonnée au socle du moteur.

Le **groupe d'alimentation** (25) comporte une cuve dans laquelle le niveau du gasoil est maintenu sensiblement constant par un flotteur à pointeau. Deux **tubes d'alimentation** (44) et (45), dont les débits respectifs (débit réduit et grand débit) sont contrôlés chacun par une électrovalve (EV), amènent le gasoil au divergent-tournant (18), où il est pulvérisé de façon à faciliter la combustion.

Le **ventilateur** (8) actionné par le moteur électrique (3), aspire l'air de combustion à travers un filtre (32). En passant, cet air sert également au refroidissement du moteur.

A l'intérieur de la bouche à feu sont placées les **spiralettes d'allumage** (22), dont les connexions débouchent à l'extérieur en-dessous du capot (31) du moteur électrique et soit protégées par un capot (23).

Enfin, sur le capot (31) du moteur se trouve encore une boîte à bornes contenant, entre ses bornes, un **relais d'intensité** et une résistance bobinée réglable, organes dont le rôle est expliqué ci-après.

L'embase (1) forme bloc avec le socle du moteur. Ce bloc est supporté par un levier double d'articulation dont le support d'axe est fixé au flasque avant du réchauffeur d'eau.

24 c) FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION (fig. 5).

Le schéma électrique de principe est représenté à la fig. 5, dans les conditions normales de fonctionnement : interrupteur général de chauffage (I) fermé, commutateur rotatif en position (O), thermostat de sécurité TB 53 sur position « froid » (F), thermostat de cheminée TCH 1 sur position « Chaud » (C).

L'électrovalve de débit réduit, qui commande le tube d'alimentation (44) du brûleur, est alimentée en parallèle avec le moteur; ce débit n'est donc coupé qu'à l'arrêt du moteur.

L'électrovalve de grand débit, qui commande le tube d'alimentation (45), est alimentée par l'intermédiaire des contacts du thermostat de compartiment (TC); ce débit est coupé dès que la température dans l'auto rail atteint 18° C.

Le relais d'intensité, dont la bobine est raccordée en série avec l'induit du moteur, interrompt le circuit des deux électrovalves et par conséquent supprime tout débit de gasoil au cas où une coupure se produit accidentellement dans l'induit et provoque l'arrêt du moteur.

Le relais pour débit réduit, dont la bobine est raccordée en dérivation sur l'électrovalve de grand débit, intercale la résistance bobinée réglable dans le circuit du moteur de façon à réduire la vitesse de ce dernier, au moment où le thermostat de compartiment interrompt le circuit de l'électrovalve de grand débit. Ainsi, la quantité d'air aspirée par le ventilateur s'adapte automatiquement à la valeur correspondant au débit réduit du gasoil.

Le relais de sécurité sert aux opérations de mise en marche du brûleur, comme expliqué ci-après.

25 d) MISE EN MARCHÉ DU BRÛLEUR.

La mise en marche du brûleur s'effectue à l'aide de l'interrupteur général de chauffage (I) et du commutateur à 4 positions; les positions 1, 2, 3 de ce dernier ne sont utilisées que pour la mise en marche tandis que la position O correspond au chauffage normal.

Au moment de la mise en marche, les thermostats de sécurité TB 53 et TCH 1 sont tous deux sur la position

Livret hlt

10. VII.

Page 20.

« Froid » (contact F). En outre, nous supposons que le thermostat de compartiment TC a ses contacts fermés (température de la voiture inférieure à 18° C.).

La mise en marche comprend 5 opérations :

- 1) **Fermer l'interrupteur général de chauffage, le commutateur étant en position O.**

Le circulateur d'eau (P) se met à tourner et la lampe rouge s'allume.

- 2) **Placer le commutateur en position 1 et l'y maintenir pendant deux minutes environ.**

Le relais de sécurité, alimenté par la borne 10, du commutateur, s'enclenche, ainsi que le relais d'intensité. Le brûleur tourne et les deux gicleurs débitent; toutefois, le brûleur ne s'allume pas parce que les spirales d'allumage ne sont pas sous tension. Les lampes verte et rouge sont allumées.

- 3) **Placer le commutateur en position 2 et l'y maintenir pendant deux minutes environ.**

Les spirales d'allumage, alimentées par la borne 6 du commutateur sont sous tension. Mais, le brûleur ne tourne pas et les gicleurs ne débitent pas. Seule, la lampe rouge est allumée.

- 4) **Placer le commutateur en position 3 et l'y maintenir jusqu'à l'extinction de la lampe rouge (30 à 60 sec.)**

Les spirales d'allumage, alimentées par la borne 6 du commutateur, restent sous tension. En même temps le brûleur tourne et les deux gicleurs débitent. Le brûleur s'allume. Normalement, au bout de 30 à 60 secondes, le thermostat de cheminée TCH 1 passe de la position « Froid » à la position « Chaud » et la lampe rouge s'éteint.

- 5) **Replacer le commutateur à la position O.**

Les spirales d'allumage sont hors circuit. Le brûleur marche au débit maximum. La lampe verte est allumée. Les connexions dans la position de chauffage normal (grand débit) sont représentées sur le schéma fig. 5.

Le tableau ci-après indique les appareils alimentés au cours de chacune des phases de la mise en route.

Phase	Commutateur		Circulateur P	Thermostats			Relais		Brûleur			Lampes			
	Pos.	Bornes		TC	TB53	TCH1	Séc.	Int.	Mot.	EV gd débit	EV débit réd.	Spi- ra- les	V	R	
		+													-
1	0	-	-	F	F	F	-	x	-	-	-	-	-	x	
2	1	10	2	F	F	F	x	x	x	x	x	-	x	x	
3	2	6	-	F	F	F	x	-	-	-	-	x	-	x	
4	3	6	2	F	F	F	x	x	x	x	x	x	x	x	
5	0	-	-	F	F	C	x	x	x	x	x	-	x	-	

Livret hlt

10. VII.

Page 22.

26 e) CHAUFFAGE EN COURS DE ROUTE.

Lorsque la température dans les compartiments atteint 18° C., le thermostat de compartiment TC ouvre ses contacts. De ce fait, l'électrovalve grand débit est hors circuit; en même temps, le relais pour débit réduit intercale la résistance dans le circuit du moteur.

Le brûleur fonctionne donc au débit réduit, la lampe verte restant toujours seule allumée.

27 f) FONCTIONNEMENT DES DISPOSITIFS DE SECURITE.

a) Si, pour une cause quelconque, la température de l'eau atteint 90° C, le thermostat TB 53 passe à la position « chaud ». De ce fait, le relais de sécurité déclenche; le circuit du brûleur est interrompu et celui-ci s'arrête, en même temps que les gicleurs cessent de débiter. La lampe verte reste allumée tant que le thermostat de cheminée passe de la position « chaud » à la position « froid ». A ce moment, la lampe verte s'éteint en même temps que la rouge s'allume.

Le personnel du train, ainsi averti de l'extinction du brûleur, doit ouvrir l'interrupteur général de chauffage. Après avoir refermé celui-ci, attendre quelques minutes avant de recommencer les manœuvres d'allumage du brûleur, afin de laisser baisser la température de l'eau de chauffage.

b) Si, pour une cause quelconque, la flamme du brûleur venait à s'éteindre en cours de route, le thermostat de cheminée TCH 1 passe de la position « Chaud » à la position « Froid ». Le circuit du brûleur est interrompu; celui-ci s'arrête et les gicleurs cessent de débiter, de sorte qu'aucune accumulation intempestive de gasoil n'est à redouter. Le personnel est prévenu de l'extinction du brûleur comme ci-dessus par l'extinction de la lampe verte et l'allumage de la lampe rouge.

28 Radiateurs alimentés par une chaudière chauffée par un brûleur à gasoil ou par l'eau de refroidissement du moteur Diesel (autorails types 554 et 603).

Dans ce système, l'autorail est pourvu d'une installation de chauffage à eau chaude avec brûleur à gasoil

Westinghouse type S², en tous points semblables à celle décrite sous c) ci-dessus (art. 22 à 27).

Toutefois, le circuit de chauffage est raccordé au circuit de refroidissement du moteur Diesel par l'intermédiaire d'un robinet à 4 voies (R). La fig. 6 montre à titre d'exemple la disposition adoptée sur les autorails type 554.

Le robinet à 4 voies peut occuper deux positions :

— position II : c'est la position de service normale, dans laquelle le circuit de chauffage est indépendant du circuit de refroidissement du moteur Diesel;

— position I : dans cette position, le circuit de chauffage est raccordé sur le circuit de refroidissement du moteur Diesel; cette position peut être employée, en principe :

- 1) pour effectuer le préchauffage du moteur Diesel avant le lancement à l'aide du brûleur et de la pompe de circulation (c) du circuit de chauffage;
- 2) par temps relativement doux ou en cas de défaillance du brûleur, pour assurer le chauffage de la voiture par l'eau de refroidissement du moteur Diesel sans faire fonctionner le brûleur.

La conduite de ces installations nécessite cependant certaines précautions, qui sont expliquées dans les chapitres consacrés aux deux types d'autorails considérés.

III. CHAUFFAGE PAR AIR CHAUD PULSE.

29 Air pulsé chauffé directement par un brûleur à gasoil.

(Autorails simples type 608, doubles 620 et triples 670).

Chaque voiture est équipée d'une installation individuelle. Celle-ci est représentée schématiquement respectivement aux fig. 7^a et 7^b, pour les autorails types 608-620 et aux fig. 8^a et 8^b pour les autorails type 670.

Dans les deux cas, l'air frais est aspiré à l'extérieur, à travers un filtre, par un ventilateur actionné par un moteur électrique. Il est ensuite refoulé à travers un réchauffeur d'air, chauffé par un brûleur à gasoil Westinghouse, et distribué dans les compartiments par des diffuseurs sous banquettes.

Livret hlt

10. VII.

Page 24.

La même installation est utilisée, en été, pour la ventilation. Celle-ci peut être réalisée de deux façons différentes.

a) CAS DES AUTORAILS SIMPLES TYPE 608 ET DOUBLES TYPE 620 (fig. 7a et 7b).

La ventilation est assurée par des appareils de ventilation ordinaires disposés dans la toiture du véhicule. En outre, des clapets 1, 2 et 3, commandés simultanément par un levier d'inversion à deux positions (hiver et été) sont disposés dans les tuyauteries d'aspiration et de refoulement du ventilateur.

En déplaçant le levier de la position « Hiver » à la position « Eté », les clapets passent de la position représentée à la fig. 7a à celle représentée à la fig. 7b. Le ventilateur aspire alors l'air à l'intérieur des compartiments à partir des diffuseurs sous banquettes et le refoule à l'extérieur par le conduit (4). Le renouvellement de l'air est donc fortement intensifié.

b) CAS DES AUTORAILS TRIPLES TYPES 670 (fig. 8a et 8b).

Un clapet d'inversion, manœuvré également par un levier à deux positions, est disposé sur la conduite de refoulement du ventilateur. Lorsque le levier occupe la position « Hiver », l'air aspiré à l'extérieur est refoulé vers les diffuseurs sous banquettes à travers le réchauffeur d'air (fig. 8a). Lorsqu'il occupe la position « Eté », l'air frais est refoulé directement vers les gaines de ventilation disposées dans la toiture du véhicule et distribué dans les compartiments par des distributeurs sous plafond (fig. 8b).

30 Les brûleurs à gasoil sont du type S², à deux régimes, décrit à l'art. 23. Il existe cependant encore en service des brûleurs Westinghouse d'un modèle plus ancien, fonctionnant par tout ou rien.

Cependant, ici le fonctionnement du brûleur est sous le contrôle d'un coffret à contacts électriques, qui réalise automatiquement les connexions nécessaires à la mise en marche et à l'allumage du brûleur quand on ferme l'interrupteur de chauffage disposé au poste de conduite.

La température à l'intérieur de l'autorail est maintenue automatiquement entre deux limites fixées à l'intervention d'un thermostat de compartiment. Celui-ci agit sur le régime du brûleur ou, dans le cas des brûleurs ancien modèle, provoque automatiquement l'extinction ou l'allumage du brûleur selon la température à l'intérieur des compartiments.

Deux thermostats de sécurité sont disposés dans la tuyauterie d'échappement des gaz brûlés :

- le premier arrête le brûleur si la température des gaz dépassaient, pour une cause quelconque, une valeur maximum fixée;
- le second arrête le brûleur si, à la mise en route, il ne s'était pas allumé ou si, pour une cause quelconque, la flamme venait à s'éteindre en cours de route.

31 Air pulsé, chauffé par un échangeur eau-air (autorails triples types 653-654-655).

Une installation unique pour l'ensemble de l'autorail est disposée sous le plancher de la voiture médiane. Elle comporte deux ventilateurs actionnés par un moteur électrique, dont l'un sert à la pulsion de l'air frais (chauffé ou non) dans la voiture tandis que l'autre sert à la reprise de l'air vicié (fig. 9^a et 9^b).

En hiver (fig. 9^a), l'air frais est aspiré à travers le coffre de chauffage par le ventilateur I et refoulé ensuite par des gaines de distribution vers des diffuseurs sous banquettes, d'où il se répand dans les compartiments. L'air vicié est aspiré par le ventilateur II à partir de diffuseurs sous plafond et refoulé vers l'extérieur.

En été (fig. 9^b), l'air frais est refoulé par le ventilateur I dans les gaines de toiture et distribué dans les compartiments par les diffuseurs sous plafond. L'air vicié est aspiré par le ventilateur II à partir des diffuseurs sous banquettes et refoulé vers l'extérieur.

Le passage du régime « Hiver » au « régime « Été » s'obtient par la manœuvre d'un clapet à 4 voies, qui réalise l'inversion des courants.

Livret hlt

10. VII.

Page 26.

32 Le coffre de chauffage : installé sous la voiture médiane est divisé en 3 parties. Il comprend :

- 1) une batterie d'échange à eau chaude (échangeur eau-air) pour le chauffage normal;
- 2) une batterie d'échange à la vapeur (échangeur vapeur-air) pour le préchauffage à la vapeur;
- 3) une résistance électrique pour le chauffage électrique.

La batterie d'échange à eau chaude est alimentée par un circuit à eau chaude représenté schématiquement à la fig. 10. La circulation de l'eau est assurée par une petite pompe à commande électrique. L'eau est chauffée en passant par deux chaudières avec brûleur à gasoil Westinghouse type S² (voir art. 23).

La température dans les compartiments est réglée à l'aide d'un thermostat logé dans la gaine de reprise d'air vicié et agissant par l'intermédiaire d'un relais sur le contacteur du circuit de la pompe de circulation. A noter que les ventilateurs continuent à tourner malgré l'arrêt de la pompe.

La batterie d'échange à vapeur peut servir, le cas échéant, à assurer le préchauffage de l'autorail à l'aide d'une prise de vapeur en remise ou dans les gares avant le départ.

La résistance électrique peut, moyennant mise en marche d'un moteur Diesel, être alimentée par la génératrice principale, à condition que les moteurs de traction ne soient pas alimentés c.-à.-d. que la manette d'accélération ne se trouve pas sur un cran de marche. Le chauffage électrique n'est employé qu'exceptionnellement à titre de secours, uniquement pendant les stationnements ou les marches en dérive.

Chaudière de chauffage Vapor-Clarkson type O K 4616.**CARACTERISTIQUES NUMERIQUES**

Production de vapeur au régime maximum	780 kg/h
Production de vapeur au régime minimum continu	270-360 kg/h
Variation de la pression d'eau (de production minimum à production maximum) :	8 à 21 kg/cm ²
Soupape de décharge de la pompe à eau réglée à	39 kg/ cm ²
Régulateur de pression de gasoil réglé pour donner à feu maximum une pression de :	10,5 à 11 kg/cm ²
Régulateur de pression d'air réglé à :	2,1 à 2,5 kg/cm ²
Température normale de la vapeur sous 6 kg/cm ²	164° C
Limiteur de température de vapeur réglé pour fonctionner à	200° C
Température à la cheminée :	316-371° C
Interrupteur de cheminée :	
— haute température de coupure :	482° C
— basse température de coupure :	149° C
Relais d'allumage retardé fonctionne après :	43 à 47 sec.
Vitesse du moteur au régime maximum :	1750-1800 tr/min.
Vitesse du ventilateur au régime maximum :	2450-2500 tr/min.
Vitesse de la pompe à eau au régime maximum :	900 tr/min.
Ampères :	30-40 amp.
Consommation de gasoil au régime maximum :	80 l/h
Volume d'eau des serpentins :	54 litres

Légende.

- Les traits=====représentent les conduits et appareils du dispositif de standby.

Robinets, Valves et Vannes.

- Les robinets, valves et vannes repérés par des chiffres impairs doivent être ouverts quand le générateur est en production normale.
- Les robinets, valves et vannes repérés par des chiffres pairs doivent alors être fermés.
- La poignée des robinets, valves et vannes normalement ouverts est en croix.
- La poignée des robinets, valves et vannes normalement fermés est en volant.
 - Les robinets, valves et vannes ci-après doivent être ouverts quand le générateur est en production normale:

1. Valve d'admission d'air à l'atomiseur.
3. Robinet d'arrêt des serpentins.
9. Robinet d'arrêt d'eau de retour.
11. Robinet du manomètre sur la conduite de vapeur.
13. Robinet d'admission de vapeur au régulateur du by-pass III.
15. Robinet d'arrêt de vapeur. Ce robinet est fermé en périodes de démarrage ou d'arrêt.
17. Robinet à 3 voies (Lavage des serpentins).
19. Robinet d'arrêt du régulateur de by-pass d'eau III.
21. Robinet d'arrêt sur la conduite d'aspiration d'eau.
 - Les robinets, valves et vannes ci-après doivent être fermés quand le générateur est en production normale:
2. Purgeur des serpentins.
4. Robinet de jauge (sortie du séparateur de vapeur).
8. By-pass d'eau à commande manuelle.
10. Robinet d'admission de vapeur au radiateur 217.
12. Purgeur du séparateur de vapeur.
14. Robinet d'admission de la solution de lavage (serpentin intermédiaire).
16. Robinet d'admission de la solution de lavage (serpentin extérieur).
18. Robinet d'essai de la pompe à eau.
20. Robinet de vidange de la conduite d'aspiration.
22. Robinet de vidange du réservoir de traitement.
56. Robinet de retour d'eau. (Standby).

Appareils de commande.

100. Régulateur de pression d'air (atomiseur).
101. Interrupteur sur conduite d'air de l'atomiseur.
102. Interrupteur de contrôle.
103. Régulateur de pression de gasoil.
104. Valve de gasoil à commande électromagnétique.
105. Atomiseur.
106. Bouton du réarmement du relais de surcharge du moteur.
107. Soupape de sûreté (vapeur).
108. Servo-moteur de débit de gasoil et interrupteur.
109. Interrupteur de cheminée.
110. Limiteur de température de vapeur.
111. Régulateur de by-pass d'eau.
112. Soupape de sûreté.
120. Aquastat (Standby).
121. Soupape de décharge (Standby).
122. Valve à gasoil à trois voies (Standby).
123. Cylindre à air de commande du purgeur 12.

Appareillage.

201. Manomètre de pression d'air (atomiseur).
202. Ventilateur.
203. Volet d'admission d'air au ventilateur.
204. Filtre à gasoil (conduite de refoulement à l'atomiseur).
205. Filtre à gasoil (conduite sous pression au servo-moteur).
206. Filtre à gasoil (conduite aspiration).
207. Manomètre de pression de gasoil à l'atomiseur.
208. Manomètre de pression de gasoil au servo-moteur.
209. Pompe à gasoil.
211. Réservoir à gasoil.
212. Manomètre de pression de vapeur au générateur.
213. Echangeur de chaleur.
214. Transformateur d'allumage.
215. Commutatrice.
216. Bouchon au carter de la pompe à eau (huile).
217. Radiateur (utilisé par temps froid).
218. Voyant d'eau de retour.
219. Tamis (eau de retour).
220. Bougies.
221. Séparateur de vapeur.
223. Condensateur à clapet.
224. Manomètre (pression de vapeur à la conduite de vapeur).
227. Entrée de la solution de lavage.
228. Sortie de la solution de lavage.
229. Manomètre de pression d'eau.
230. Pompe à eau.
232. Réservoir à eau.
234. Réservoir de traitement.

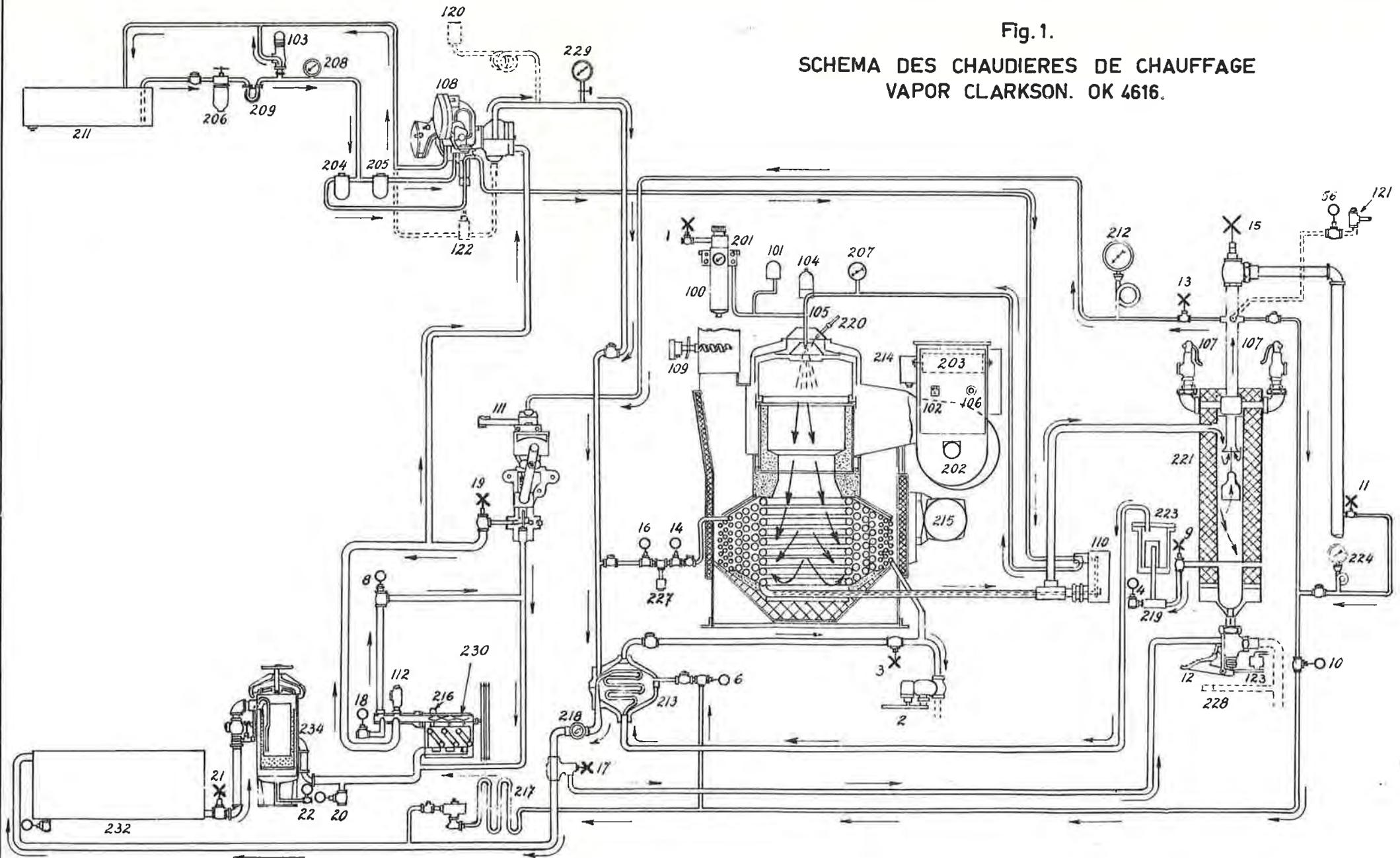


Fig. 1.
 SCHEMA DES CHAUDIERES DE CHAUFFAGE
 VAPOR CLARKSON. OK 4616.

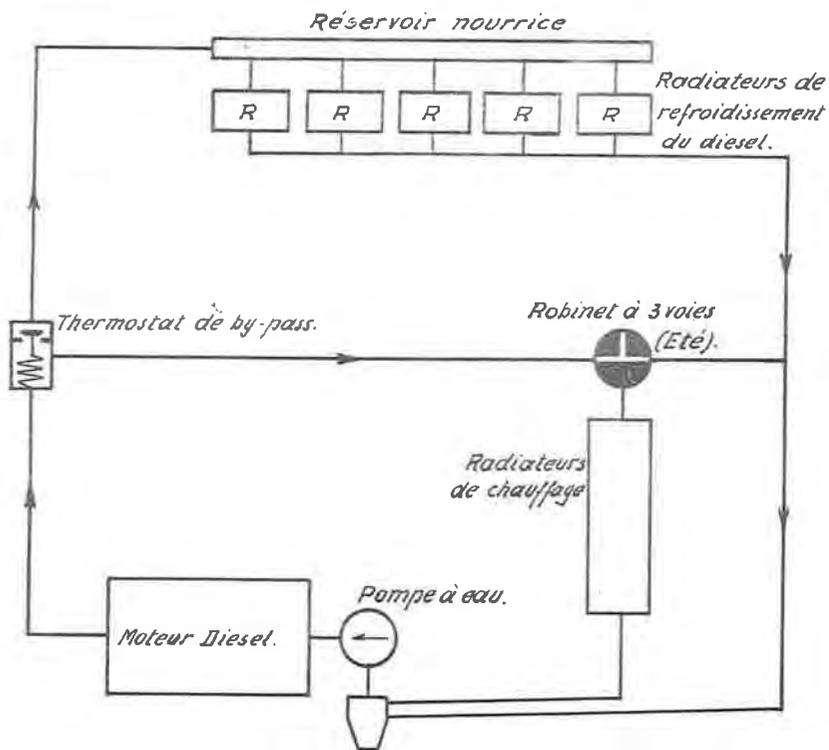
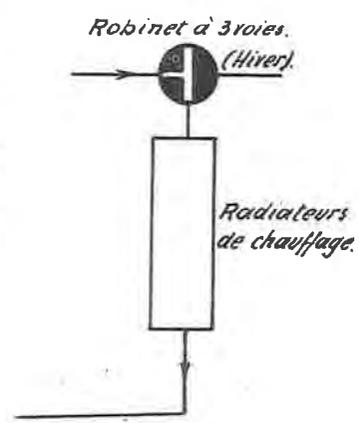


Fig.2. Radiateurs à eau chaude alimentés par une dérivation sur le circuit de refroidissement du moteur Diesel.

**AUTORAILS
Types 551- 552- 553.
(Brossel).**



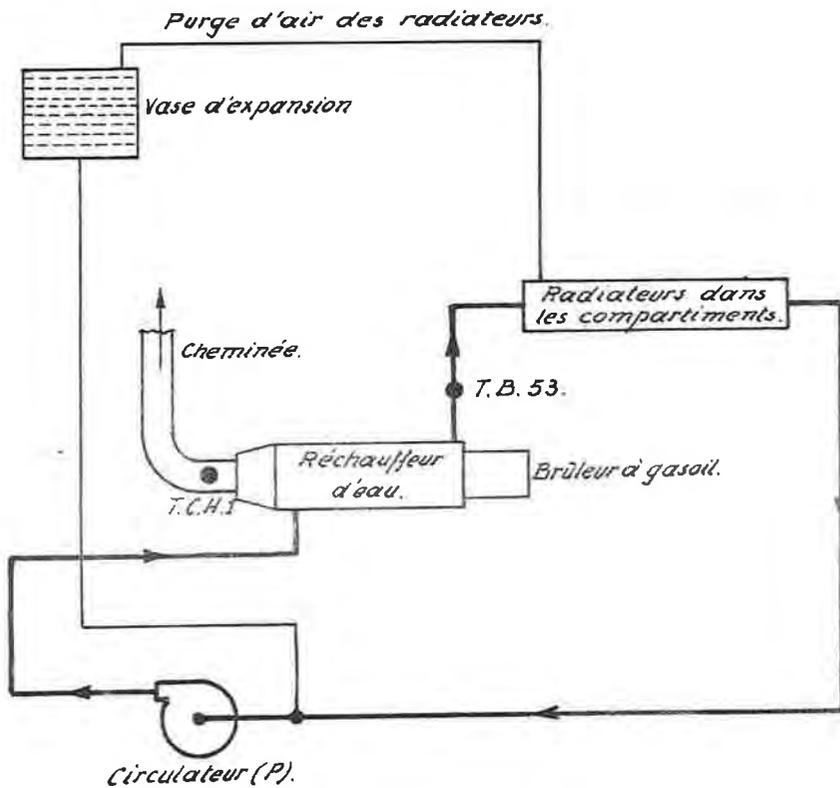


Fig. 3.

RADIATEURS A EAU CHAUDE ALIMENTES
PAR UNE CHAUDIERE CHAUFFEE PAR UN BRULEUR
A GASOIL WESTINGHOUSE.

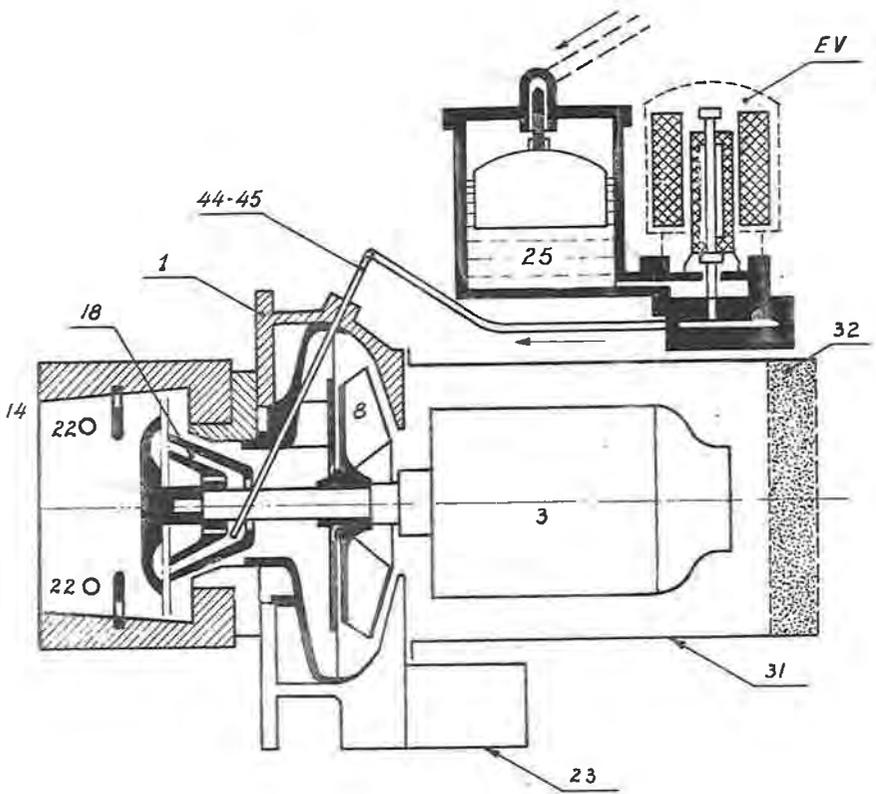


Fig. 4.
BRULEUR A GASOIL WESTINGHOUSE.

AUTORAILS TYPES 608 - 620.
Chauffage par air pulsé.

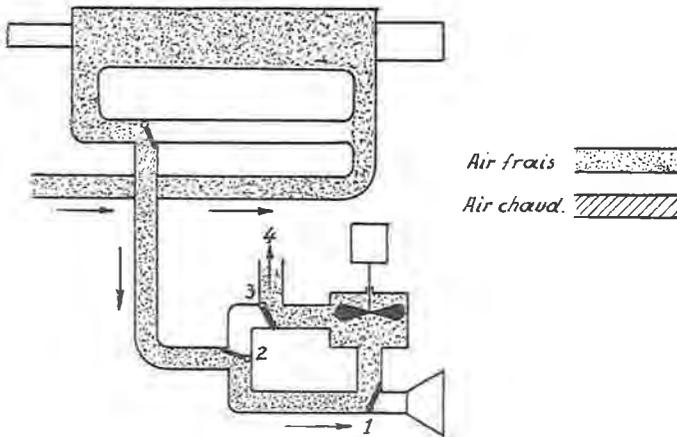


Fig. 7b. Ventilation d'été.

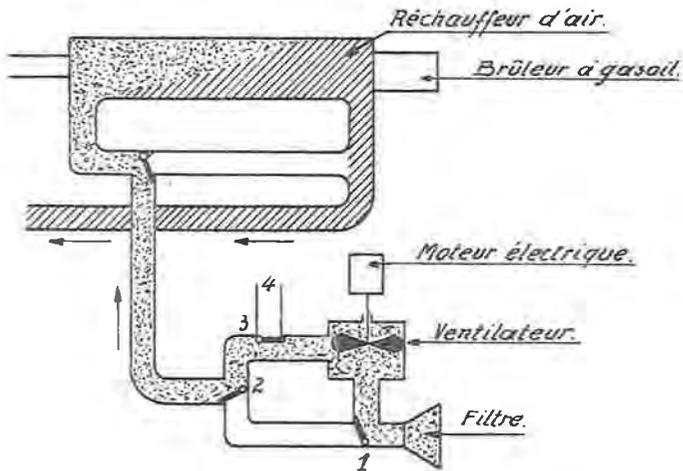


Fig. 7a. Chauffage, (réchauffeur en fonctionnement).

Fig. 8a.
Chauffage
(réchauffeur en fonctionnement).

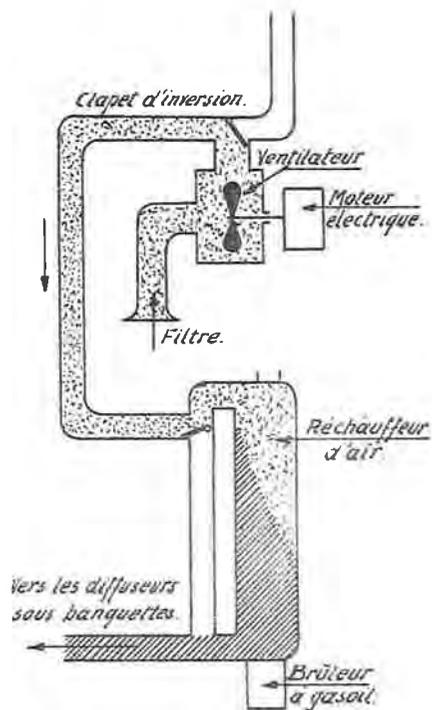
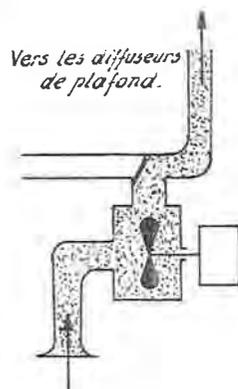


Fig. 8 b.
Ventilation d'été.



Air frais 
 Air chaud 

AUTORAILS TYPE 670.
Chauffage par air pulsé.

AUTORAILS TRIPLES TYPES 653 ET 654.
Chauffage par air chaud pulsé système Westinghouse.

Schéma des circuits d'air.

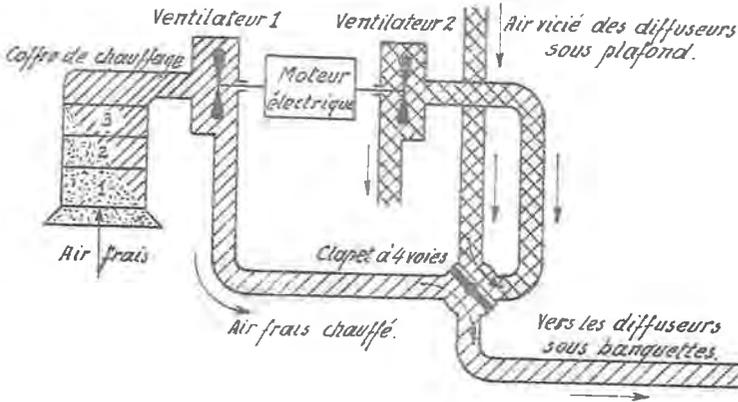


Fig. 9a. Régime "Hiver" ..

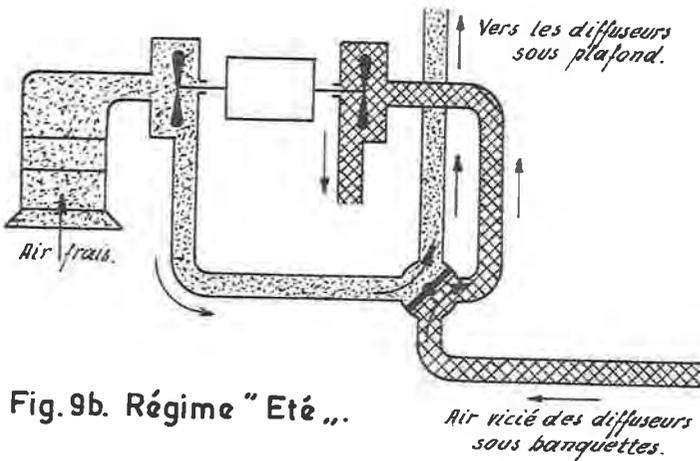


Fig. 9b. Régime "Eté" ..

AUTORAILS TRIPLES TYPES 653-654.

Chauffage par air pulsé.

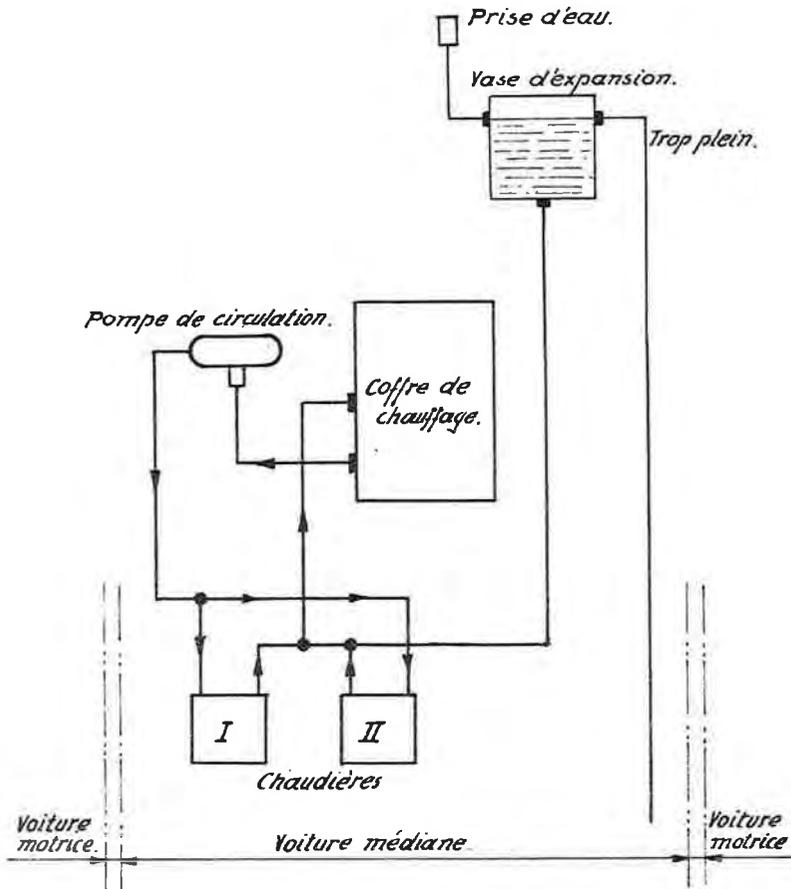


Fig. 10.

Schéma du circuit d'eau.

10

10
1
*

10

CHAPITRE VIII.

**AUTORAILS TYPES 551, 552, 553, (BROSSEL). —
INSTRUCTIONS POUR LE DEPANNAGE.**

A. INSTALLATION DE LANCEMENT.

- 1. EN PLAÇANT LA CLEF DE CONTACT A LA POSITION III, LE MOTEUR N'EST PAS ENTRAINE PAR LE DEMARREUR.**

Causes	Remèdes
La boîte de vitesse n'est pas au point mort.	Mettre le levier de changement de vitesse au point mort.
L'interrupteur principal (24) de batterie n'est pas fermé.	Fermer l'interrupteur (24).
Une connexion ou un câble du circuit du démarreur est interrompu.	Vérifier les connexions.
Le relais du démarreur ne fonctionne pas.	Faire visiter le relais.
Le pignon du démarreur n'engrène pas dans la couronne dentée du volant.	Parfois il suffit de déplacer un peu le volant et de recommencer la manœuvre.

Livret hlt.

10. VIII.

Page 2.

2. EN PLAÇANT LA CLEF DE CONTACT A LA POSITION III, LE MOTEUR EST ENTRAINE PAR LE DEMARREUR, MAIS IL NE SE LANCE PAS.

Le moteur n'est pas suffisamment préchauffé

La puissance du démarreur est insuffisante, la batterie étant déchargée.

Il y a un défaut dans l'installation de combustible.

Recommencer la manœuvre après un préchauffage suffisant (position I).

Faire recharger la batterie.

Voir paragraphe 6.

3. LE DEMARREUR RESTE ENCLENCHE QUAND ON RAMENE LA CLEF DE CONTACT A LA POSITION O.

Fonctionnement défectueux du relais du démarreur.

Déconnecter immédiatement la borne négative de la batterie pour interrompre le courant.

Faire visiter le relais.

4. **Remarque.** En cas d'impossibilité de lancer le moteur par suite d'un défaut électrique, on peut faire démarrer le moteur en faisant remorquer l'autorail à une vitesse de 10 à 15 Km/heure. A cet effet, mettre en prise la 3^e vitesse et appuyer en même temps sur la pédale d'accélérateur.

Dès que les allumages se produisent, débrayer immédiatement puis remettre le levier de changement de vitesse à la position neutre.

B. PRECHAUFFAGE.

5. Lorsque le préchauffage ne fonctionne pas, la résistance témoin dans le poste de conduite occupé ne brûle pas.

<p>L'interrupteur principal (24) de batterie n'est pas fermé.</p> <p>Interruption du circuit dans le poste de conduite (mauvais contact ou résistance témoin brûlée).</p> <p>Une résistance de préchauffage est brûlée.</p> <p>La résistance principale est brûlée.</p>	<p>Fermer l'interrupteur (24).</p> <p>Faire le préchauffage à partir de l'autre poste de conduite.</p> <p>Rechercher la résistance brûlée en les court-circuitant successivement à l'aide d'un fil.</p> <p>Court-circuiter provisoirement la résistance brûlée.</p> <p>Court-circuiter provisoirement cette résistance</p>
---	--

Lors du préchauffage avec résistance court-circuitée, il y a lieu de faire très attention de ne pas brûler les résistances de préchauffage. Il suffit à cet effet d'observer la résistance témoin et de ne la laisser surchauffer à aucun cas.

C. INSTALLATION DE COMBUSTIBLE.

6. Les dérangements dans l'installation de combustible peuvent donner lieu notamment aux irrégularités ci-après :
- Le moteur Diesel ne se lance pas malgré le fonctionnement normal du démarreur;
 - Le moteur s'arrête pendant la marche;

Livret hlt.

10. VIII.

Page 4.

— Le moteur fonctionne de façon irrégulière ou ne développe pas toute sa puissance.

Manque de gasoil dans le réservoir.

Robinet de combustible sur le réservoir fermé.

Obstruction d'un des filtres à gasoil (filtre du réservoir, filtre principal ou filtre de la pompe d'alimentation).

Présence d'air dans le filtre ou la pompe d'injection.

Entrée d'air dans la conduite d'aspiration du gasoil ou à un joint de la pompe d'alimentation.

Bris d'une conduite de gasoil.

Fonctionnement défectueux d'un ou plusieurs injecteurs.

Fonctionnement défectueux de la pompe d'alimentation.

Fonctionnement défectueux de la pompe d'injection ou du régulateur.

Tringle de commande brisée ou lâchée entre la pédale et la pompe d'injection.

Remplir le réservoir

Ouvrir le robinet.

Essayer de remédier à l'obstruction. Si le conducteur n'y parvient pas, faire visiter l'installation.

Désaérer le filtre et la pompe à l'aide des bouchons de purge prévus, en actionnant éventuellement la pompe d'alimentation à l'aide du levier à main.

Resserrer les joints. Essayer de faire une réparation provisoire à l'aide de toile isolante ou utiliser le flexible de secours.

Réparer provisoirement à l'aide du flexible de secours ou d'une manchette en caoutchouc.

Faire visiter les injecteurs.

Faire visiter ou remplacer la pompe.

Faire visiter ou remplacer.

Essayer de faire une réparation provisoire pour continuer le service.

D. CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT.

7. La température de l'eau de refroidissement est normalement comprise entre 60° C et 80° C. Une élévation anormale de la température de l'eau de refroidissement peut donner lieu à de graves avaries : calage des pistons, fissuration des culasses, etc. **En aucun cas, le conducteur ne peut continuer la marche s'il est impossible de maintenir la température de l'eau de refroidissement en-dessous de 90° C.**

L'élévation anormale de la température peut résulter des causes ci-après :

Manque d'eau dans le circuit résultant éventuellement d'une fuite.

Avarie à la pompe à eau.

Fonctionnement défectueux du thermostat.

Calage d'un piston dans le cylindre.

Bris ou fissure dans le cylindre ou la culasse.

Si le conducteur ne peut remédier à la fuite, arrêter le moteur et demander du secours.

Vérifier l'entraînement de la pompe et, éventuellement, faire visiter celle-ci.

Faire visiter le thermostat.

Arrêter immédiatement le moteur et demander du secours. Faire visiter le moteur.

idem.

8. REMARQUES IMPORTANTES.

- En cas de baisse importante du niveau d'eau, l'eau doit être ajoutée lentement dans le réservoir nourrice sur le toit;
- Si le conducteur constate une baisse sensible du niveau d'eau sans découvrir de fuite dans le circuit, il doit vérifier le niveau d'huile dans le carter du moteur, afin de s'assurer qu'il n'y a pas de rentrée d'eau dans le moteur.

Livret hlt.

10. VIII.

Page 6.

Si tel est le cas, arrêter immédiatement le moteur et ne plus le remettre en marche avant visite par le service d'entretien.

- Si l'élévation de température est due à une mauvaise circulation, le conducteur peut continuer la marche s'il peut atteindre sa destination sans retard trop considérable, et à condition de ne pas dépasser la température de 90° C.

E. CIRCUIT DE GRAISSAGE.

9. Un défaut de graissage peut, en un temps extrêmement court, causer de graves avaries au moteur : calage et bris de piston, échauffement des coussinets, grippage du vilebrequin, etc. Il est donc essentiel, en cas de manque de graissage, d'agir rapidement et d'arrêter immédiatement le moteur.

Lorsque le conducteur remarque que la lampe témoin de pression d'huile s'allume, il doit immédiatement vérifier l'indication du manomètre qui se trouve sur le moteur, ce dernier tournant au ralenti.

- a) S'il constate que la pression d'huile fait réellement défaut ou est insuffisante (moins de 0,25 Kg/cm²) il doit arrêter immédiatement le moteur.

Manque d'huile dans le carter.	Vérifier le niveau et ajouter éventuellement de l'huile.
Fuite dans le circuit.	Essayer de remédier à la fuite.
Avarie à la pompe à huile.	Faire visiter la pompe à huile.

Si le conducteur ne peut remédier au dérangement, il ne peut continuer la marche sous aucun prétexte.

- b) Au cas où le manomètre indique une pression d'huile suffisante, le conducteur continue son service. A la première occasion, il fait vérifier par l'atelier le fonctionnement de l'installation de contrôle.

Le conducteur doit toujours également vérifier que la lampe témoin de pression d'huile est allumée lors de l'introduction de la clef de contact, et qu'elle s'éteint après le lancement du moteur.

F. L'EMBRAYAGE.

a) DEREGLAGAGE DE L'EMBRAYAGE.

10. Le **déréglage** de l'embrayage occasionne les irrégularités ci-après :

- 1) L'embrayage glisse dans la position embrayée.
Cause : jeu insuffisant entre la butée de débrayage et la fourchette;
- 2) Le débrayage n'est pas complet dans la position débrayée. Dans ce cas, l'arbre primaire de la boîte de vitesse continue d'être entraîné lors du débrayage, de sorte que le conducteur éprouve de difficultés lors des changements de vitesse.
Causes : — jeu trop grand entre la butée de débrayage et la fourchette;
— bris des ressorts qui maintiennent les disques écartés lors du débrayage.

Le réglage du jeu à la butée doit normalement être effectué par le personnel d'entretien. Toutefois, en cas de nécessité, il appartient au conducteur de vérifier ce jeu, sinon il y a danger de détruire les garnitures par suite d'échauffement excessif.

Le réglage s'effectue à l'aide de la bague de réglage : en tournant à droite, on augmente le jeu; en tournant à gauche, on diminue le jeu. La bague de réglage ne peut être tournée qu'en débrayant simultanément.

b) DERANGEMENT DANS LE TRINGLAGE DE COMMANDE.

11. En général, le conducteur peut remédier, par des réparations provisoires, aux dérangements survenus dans le tringlage de commande (par exemple bris d'une tringle de commande, accrochage de l'un ou l'autre organe du tringlage, etc.).

Livret hlt.

10. VIII.

Page 8.

G. BOITE DE VITESSE ET INVERSEUR DE MARCHE.

12. Les dérangement possibles dans la boîte de vitesse et l'inverseur de marche sont de deux sortes :

- a) Bris d'un organe;
- b) Déréglage des tringles de commande.

13. a) BRIS D'UN ORGANE DE LA BOITE DE VITESSE OU DE L'INVERSEUR DE MARCHE.

Le bris d'un de ces organes se remarque le plus souvent par un bruit anormal ou par une mise hors service complète de la boîte de vitesse. Lorsque le conducteur perçoit un bruit anormal dans la boîte de vitesse, il en informera à la première occasion l'agent de surveillance responsable, afin d'en rechercher la cause et d'éviter de graves avaries.

Si le conducteur remarque, au cours de la marche, que le bruit anormal se produit toujours au même étage de vitesse, il poursuivra la marche sans faire usage de cette vitesse. Par exemple, si la 2^e vitesse paraît défectueuse, il passera directement de 1^{re} vitesse en 3^e vitesse.

14. b) DEREGLEMENT DES TRINGLES DE COMMANDE.

Le déréglement des tringles de commande résulte généralement d'une manœuvre incorrecte des leviers de changement de vitesse et du sens de marche par le conducteur.

En cas de déréglement, le conducteur peut, dans la plupart des cas, se dépanner par un des moyens ci-après :

- Enlever la trappe au-dessus des tringles dans le poste de conduite et essayer de ramener la tringle dérégulée dans la position neutre à l'aide du levier prévu dans l'outillage de bord;
- Eventuellement, en cas de déréglement de certaines vitesses, conduire l'autorail en utilisant les autres vitesses;
- En cas de déréglement de l'inverseur de marche, essayer de le faire fonctionner à partir du poste de conduite non occupé.

H. FREINAGE.

15. 1. Le manque de serrage des freins peut résulter des causes ci-après :

a) PRESSION D'AIR INSUFFISANTE AU RESERVOIR PRINCIPAL.

Le défaut de pression peut avoir pour cause, entre autres :

- Fonctionnement défectueux du régulateur de pression d'air;
- Avarie ou débit insuffisant du compresseur;
- Fuite d'air à une des conduites;
- Déréglage de la soupape de sûreté;
- Non fonctionnement de la soupape d'échappement automatique (restée calée en position ouverte);
- Mauvaise position de la double valve d'arrêt (ceci peut se produire quand le conducteur n'a pas pris la précaution, à la rentrée de l'autorail, de placer le robinet de mécanicien dans le poste de conduite à occuper au prochain départ).

Au cas où le conducteur ne peut remédier au défaut, il fait usage du frein à main pour continuer son service, à condition que la réserve d'air soit suffisante pour la manœuvre des portes, de l'avertisseur (klaxon) et des sablières.

b) BRIS DANS LA TIMONERIE DE FREIN.

Dans le cas des autorails à bogies, arrêter l'autorail au moyen du frein à main du côté du bogie dont la timonerie est intacte et ne pas continuer la marche.

Dans le cas des autorails à 2 essieux, arrêter l'autorail au moyen du frein à main de secours à timonerie indépendante, indiqué par la couleur rouge peinte sur la tête de colonne, et ne pas continuer la marche.

Livret hlt.

10. VIII.

Page 10.

c) DEREGLAGE DE L'APPAREIL S. A. B. (type 552 excepté).

Cette irrégularité se produit, entre autres, en cas de chute abondante de neige, l'accumulation de neige entre les bandages et les blocs de frein provoquant à chaque serrage un certain dévissage du régleur S. A. B.

Après quelques serrages, la course du piston du cylindre à frein peut devenir si grande que le freinage est supprimé. Pour prévenir ce dérèglement, qui est très dangereux, les remises procèdent au découplage de la bielle de commande du régleur S. A. B. en cas de fortes chutes de neige.

L'appareil fonctionne alors comme tringle fixe.

Le conducteur se dépanne de la même façon en cas de dérèglement accidentel de l'appareil, ou en cas de fortes chutes de neige survenant au cours du service.

16. 2. L'impossibilité de desserrer les freins peut résulter des causes ci-après :

a) POSITION DEFECTUEUSE DE LA DOUBLE-VALVE D'ARRÊT (Calage du piston) .

Ceci se produit notamment au changement de poste de conduite. Pour y remédier, il suffit le plus souvent d'effectuer quelques serrages et desserrages successifs à partir du poste de conduite abandonné ou bien de frapper légèrement avec un morceau de bois sur la double-valve d'arrêt.

b) CALAGE DE LA TIMONERIE.

Lorsqu'un autorail est fortement chargé et qu'une forte diminution de charge se produit avec les freins serrés, par exemple si un grand nombre de voyageurs descendent à un arrêt, le relèvement du niveau des blocs de frein par rapport aux roues diminue la course du piston du cylindre à frein, de sorte qu'il en résulte le calage de la timonerie et le conducteur est dans l'impossibilité de desserrer les freins.

Cet incident peut être évité en desserrant les freins et les resserrant immédiatement après, une ou deux fois au cours de la descente des voyageurs.

Si le calage de la timonerie se produit, le conducteur essaie de desserrer le frein en dévissant le régulateur S. A. B. à la main. S'il n'y parvient pas, il faut enlever un pivot de la timonerie, dévisser le régléur à la main et remonter à nouveau le pivot.

17. I. PORTIERES PNEUMATIQUES.

L'interrupteur principal (24) de batterie n'est pas fermé.

Un ou plusieurs interrupteurs restés en position d'ouverture dans le poste de conduite non occupé.

Un ou plusieurs robinets de sûreté restés en position ouverte.

Fusibles fondus.

Pression d'air insuffisante ou trop élevée au réservoir auxiliaire des portes.

Soufflet de portière crevé.

Fonctionnement défectueux d'une électrovalve.

Défaut de câblage.

Lâchage d'une tringle de commande.

Ressort cassé.

Fermer l'interrupteur (24).

Contrôler la position des interrupteurs dans le poste de conduite non occupé.

Vérifier la position des robinets de sûreté.

Remplacer le ou les fusibles défectueux.

Faire régler le détenteur de pression d'air.

Faire visiter le mécanisme de commande des portières.

Si une portière ne ferme pas, placer l'interrupteur de commande dans la position « porte ouverte » pour éviter toute fuite d'air et tenir la portière fermée à l'aide d'un crochet placé à l'intérieur.

Livret hlt.

10. VIII.

Page 12.

J. CHARGE DE LA BATTERIE.

18. La charge de la batterie se vérifie par l'extinction de la lampe-témoin dans le poste de conduite.

Lorsque la lampe-témoin ne s'éteint pas au moment du lancement ou si elle s'allume pendant que le moteur tourne, il y a lieu d'en attribuer la cause à une des circonstances ci-après :

- La dynamo n'est pas entraînée (courroie cassée ou perdue, etc.);
- Le régulateur de tension ne fonctionne pas correctement;
- Il y a un défaut dans le câblage ou une connection lâchée;
- La dynamo est avariée.

Dans tous les cas, le conducteur peut continuer son service. Il doit néanmoins se faire remplacer à la première occasion favorable en vue de faire réparer le défaut et recharger la batterie. Pendant la marche dans ces conditions, il s'efforcera de réduire au minimum les consommations de courant.

Lorsqu'on introduit la clef de contact, moteur arrêté, la lampe-témoin doit s'allumer. Si tel n'est pas le cas, vérifier notamment :

- Que l'interrupteur principal (24) est bien fermé;
- Que l'ampoule n'est pas brûlée.

19. K. ECLAIRAGE DE LA VOITURE ET DES PHARES.

Interrupteur principal (24) de batterie resté ouvert.	Fermer l'interrupteur (24).
Fusibles fondus.	Remplacer les fusibles.
Lampes brûlées	Faire remplacer les ampoules défectueuses.
Interrupteur avarié	Faire visiter les interrupteurs.
Défaut dans le câblage ou les connexions.	Faire visiter le circuit.

L. — MESURES DE SECURITE.

20. Si, pour effectuer une réparation ou vérification quelconque, le conducteur doit s'engager en-dessous de la voiture, il prendra les mesures ci-après :

- Arrêter le moteur et retirer la clef de contact;
- Serrer les freins à main (sauf pour enlever un pivot dans la timonerie de frein; dans ce cas, mettre en prise la 1^{re} vitesse);
- Caler les roues au moyen des deux blocs d'arrêt contenus dans l'outillage de bord.

En outre, il se conforme aux mesures générales contenues dans le « Livret des précautions à prendre par le personnel en vue d'éviter les accidents de travail ».

QUESTIONS.

1. Quelles sont les causes possibles des dérangements suivants et comment peut-on y remédier ?
 - a) En plaçant la clef de contact à la position III, le moteur n'est pas entraîné par le démarreur ?
 - b) En plaçant la clef de contact à la position III, le moteur est entraîné par le démarreur, mais il ne se lance pas ?
 - c) Le démarreur reste enclenché quand on ramène la clef de contact à la position 0 ?
 - d) Le préchauffage du moteur ne fonctionne pas ?
2. Comment peut-on lancer le moteur en cas de non-fonctionnement du démarreur ?
3. Quels sont les dérangements possibles dans l'installation de combustible et les moyens d'y remédier ?
4. Quelles sont les causes possibles d'une élévation anormale de la température de l'eau de refroidissement ? Quelles précautions le conducteur doit-il prendre dans ce cas ?
5. Que fait le conducteur lorsque la lampe témoin de pression d'huile s'allume ?
6. Quels sont les causes possibles de mauvais fonctionnement de l'embrayage ? Que fait le conducteur dans chaque cas ?
7. Que fait le conducteur lorsqu'il perçoit un bruit anormal dans la boîte de vitesse ou l'inverseur de marche ?
8. Comment le conducteur peut-il se dépanner en cas de dérèglement des tringles de commande de la boîte de vitesse ou de l'inverseur ?

9. Quelles sont les causes possibles d'un manque de serrage des freins ? Quelles sont les mesures à prendre dans chaque cas ?
10. Quelles sont les causes possibles de l'impossibilité de desserrer les freins et comment le conducteur peut-il y remédier ?
11. Quelles sont les causes possibles de dérangement aux équipements ci-après :
 - a) portières pneumatiques ?
 - b) installation de charge batterie ?
 - c) éclairage de la voiture et des phares ?Indiquer, pour chaque cas, les moyens d'y remédier.
12. Quelles sont les mesures de précautions à prendre par le conducteur avant de s'engager sous l'autorail ?

