

Les anciennes locomotives à marchandises belges étaient pourvues soit de l'attelage continu, soit de l'attelage dit de Ledeborg, dont il convient de dire un mot.

Dans l'*attelage continu* (fig. 723), le tender *T* est déchargé de l'effort nécessaire pour remorquer le train. Le premier véhicule est attelé directement à la locomotive *L* au moyen :

1°) d'une barre *A* terminée par un crochet et munie d'un tendeur ;

2°) de deux chaînes de sûreté *A'*.

La barre de traction *A* et les deux chaînes de sûreté *A'* traversent le tender sans y être attachées, le tender est attelé à la locomotive par un attelage spécial composé de deux barres articulées *B* ou de deux chaînes. Cet attelage spécial n'a donc à supporter que l'effort nécessaire pour remorquer le tender. Si la barre d'attelage *A* se rompt, le tender reste attaché à la locomotive par son attelage propre *B*.

L'*attelage Ledeborg* est représenté figure 724, la figure dispense d'explications.

Nous retrouvons, ici encore, la préoccupation d'éviter la séparation du tender d'avec la locomotive lors du bris de la barre de traction. Cette rupture se produisant d'ordinaire dans la partie filetée *A*, la barre est retenue à la machine par l'épanouissement rectangulaire *E*.

L'*attelage allemand* (fig. 725, 726) comporte aussi une barre d'attelage principale et deux barres de sûreté ; mais ici l'assemblage réalisé par la barre centrale ne comporte, par lui-même, aucun intermédiaire élastique. Cette barre est maintenue *en tension* par un ressort *R* tournant en son milieu autour d'un pivot prenant appui sur le caisson du tender. Les extrémités du ressort repoussent deux tampons en forme de *V* dont la tige est guidée dans des pièces de fonte. Chaque tampon pénètre dans un *V* correspondant, fixé à la traverse d'arrière de la locomotive.

Lorsque le tender se déplace transversalement par rapport à la locomotive, les surfaces du *V* glissent l'une sur l'autre et de ce chef un certain effort de rappel est exercé, tendant à

rétablir la position normale. D'autre part, comme en courbe les axes de la locomotive et du tender forment un certain angle, l'un des tampons s'efface tandis que la saillie de l'autre s'accroît. Au cours de tous ces mouvements, le ressort *R* joue

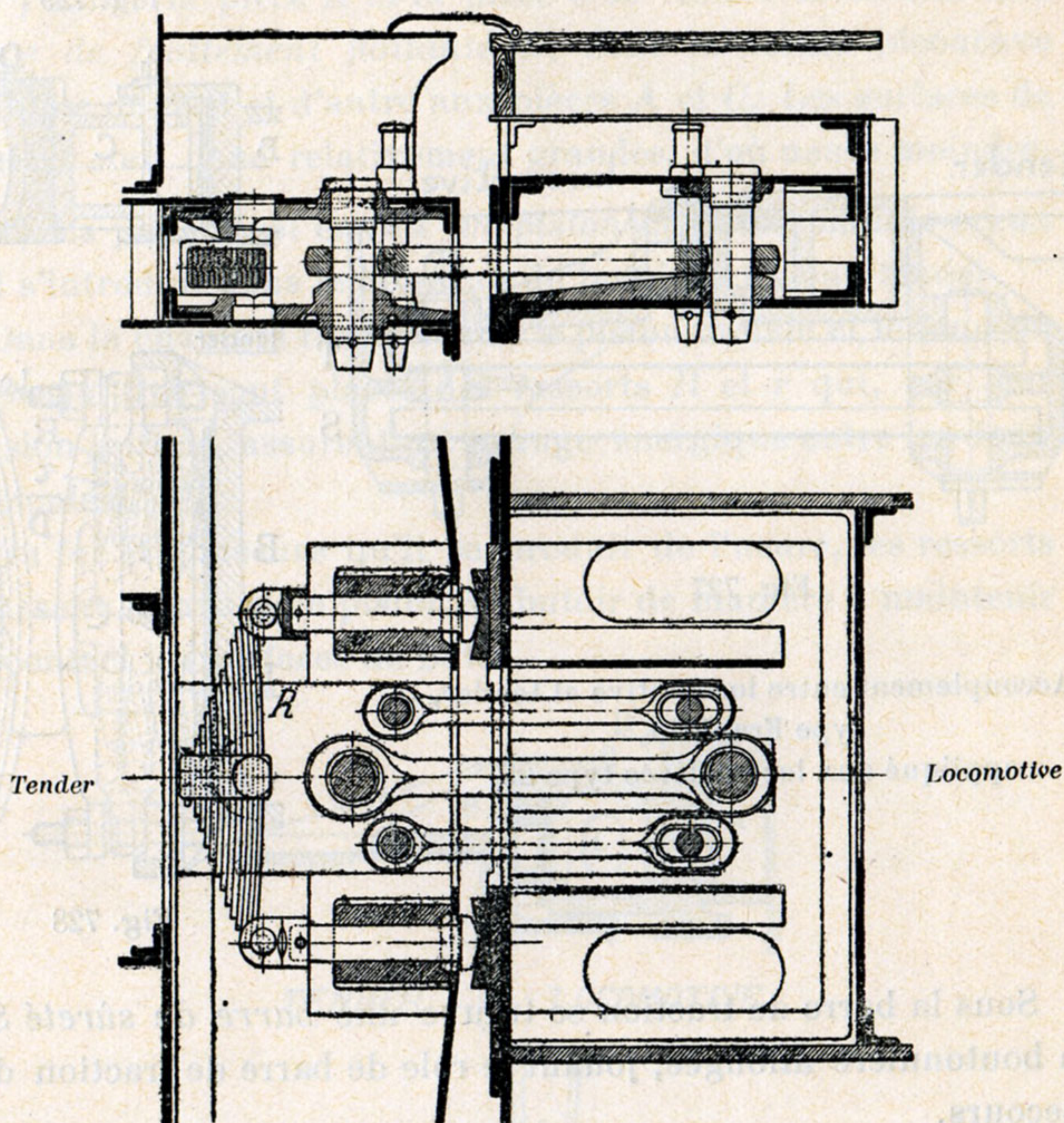


Fig. 725, 726.

Attelage entre locomotive et tender des locomotives allemandes

le rôle de *balancier*, pivotant en son centre et maintenant l'égalité des efforts transmis par les tampons en forme de V.

La tension de pose du ressort *R* est déterminée par sa *flèche de pose*, celle-ci est constante pour tous les attelages allemands de ce type, elle est égale à 25 mm. La tension de pose du ressort qui correspond à cette flèche de 25 mm est d'autant plus forte que le ressort *R* est plus raide.

*Accouplement type Franklin entre locomotive et tender.*

L'attelage Franklin, appliqué aux locomotives type 29, comporte une barre de traction *T* (fig. 727 à 729), placée sous le butoir dans l'axe de la locomotive et du tender.

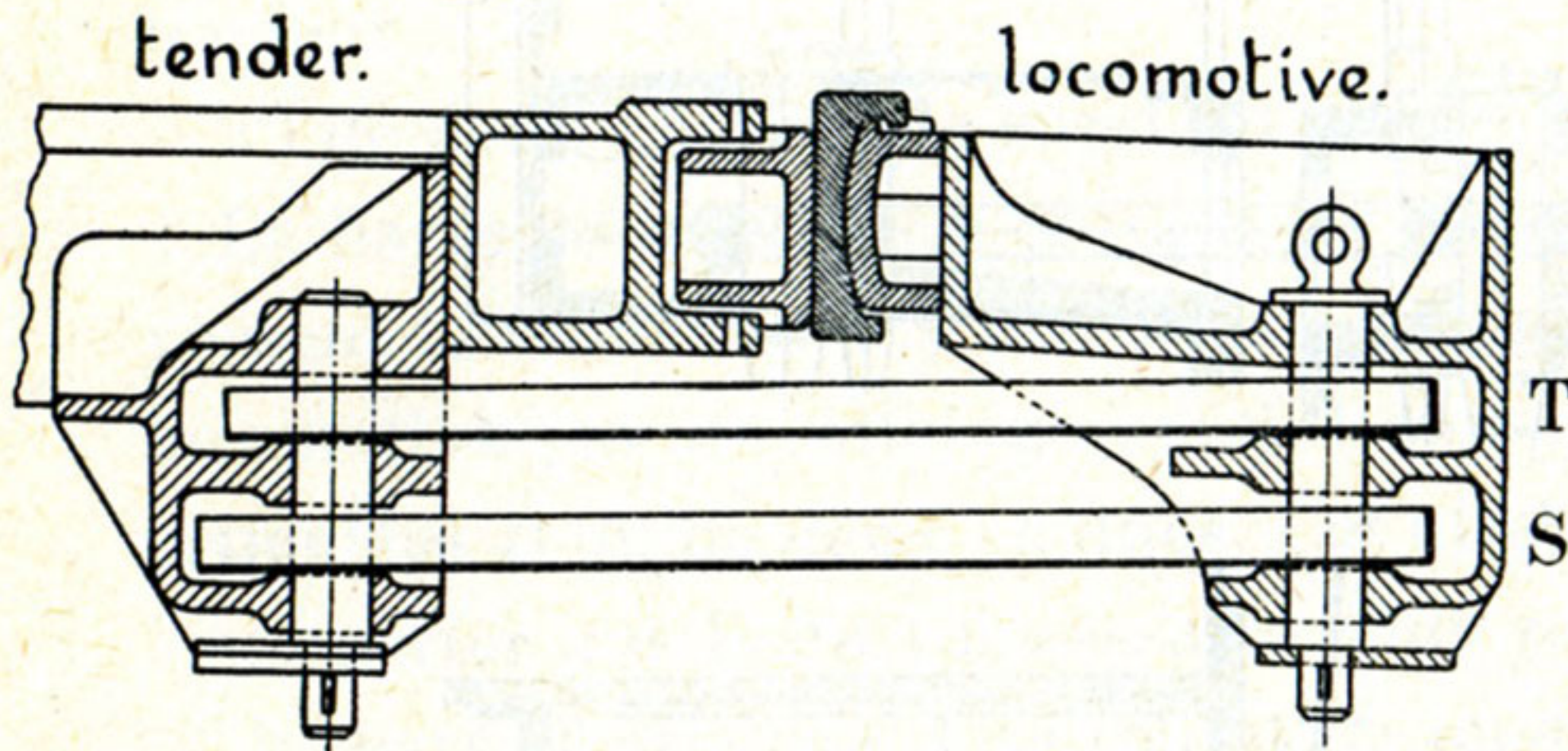


Fig. 727

Accouplement entre locomotive et tender,  
type Franklin,  
appliqué aux locomotives type 29.

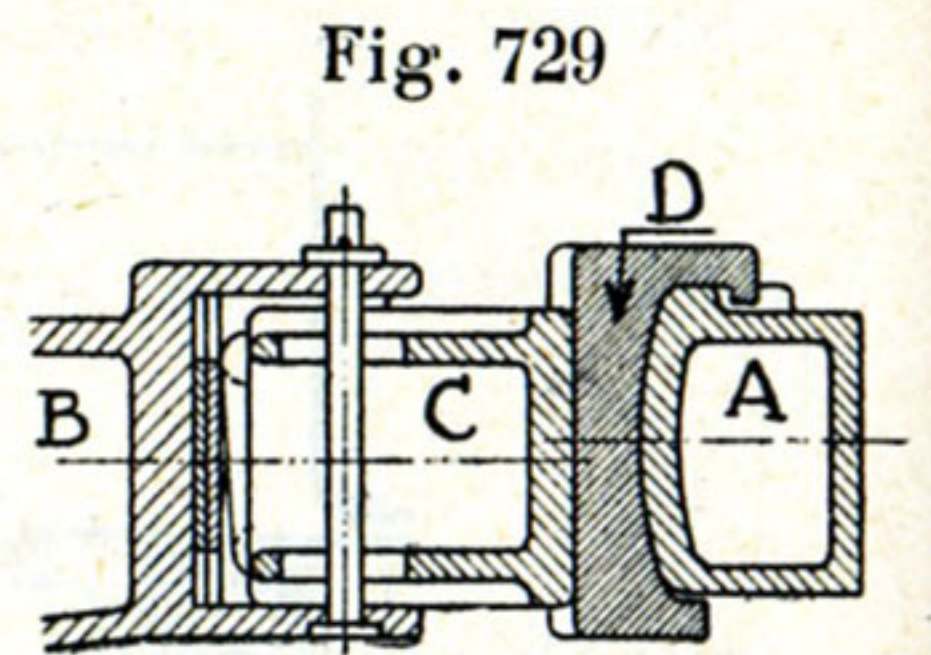


Fig. 729

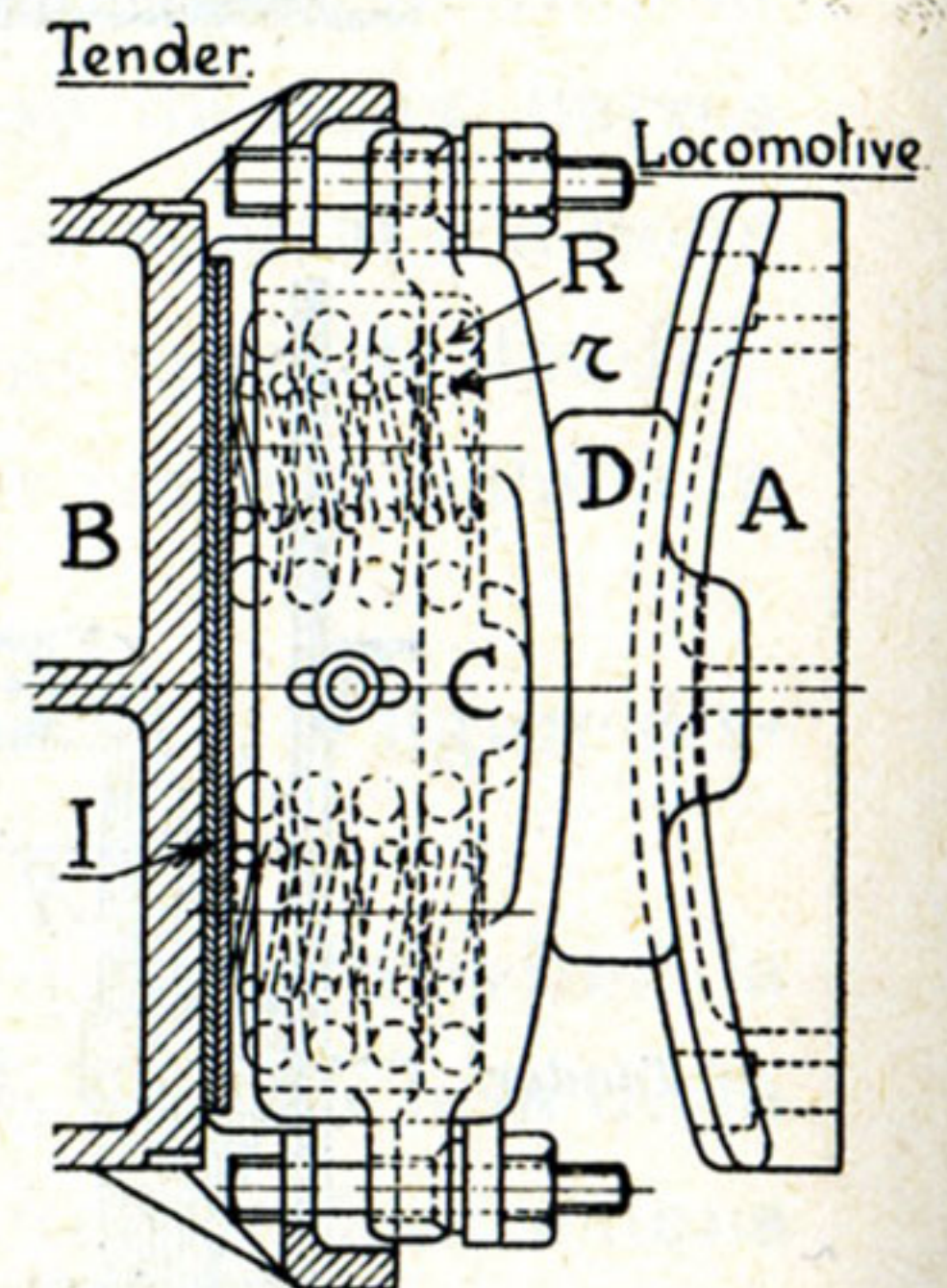


Fig. 728

Sous la barre de traction se trouve une *barre de sûreté S*, à boutonnière allongée, jouant le rôle de barre de traction de secours.

Le contact entre la locomotive et le tender se fait à l'intervention de deux pièces courbes *A* et *C* (fig. 728 et 729); la pièce *A* est fixe et appartient à la locomotive, la pièce *C* est mobile et est rattachée au tender.

Si le contact entre ces deux pièces courbes se faisait directement, ces pièces ne pourraient se toucher que suivant une ligne verticale, théoriquement du moins et, pratiquement, suivant une surface verticale très étroite. Il s'ensuivrait que l'usure se manifesterait rapidement, l'attelage prendrait bientôt du jeu, les pivots d'attelage battraient dans les œillets,

d'où production de chocs entre les faces en contact et accentuation progressive du jeu.

L'on prévient ces inconvénients par une double combinaison :

1°) Entre la pièce A et la pièce C se trouve intercalée une pièce de frottement flottante D, dont la forme biconcave s'adapte de part et d'autre aux pièces A et C. Les surfaces de contact sont donc relativement grandes, d'où usure moindre.

2°) La pièce C est en fait un piston de butoir mobile creux qui s'introduit dans le boisseau de butoir B fixé au tender.

Dans la chambre formée entre le piston mobile et le fond du boisseau fixe sont placés des ressorts R et r qui, par leur tension initiale, assurent un serrage énergique entre les deux véhicules.

Au fur et à mesure qu'il se produit de l'usure, les ressorts poussent en avant le piston de butoir de manière à maintenir en contact les surfaces de butée.

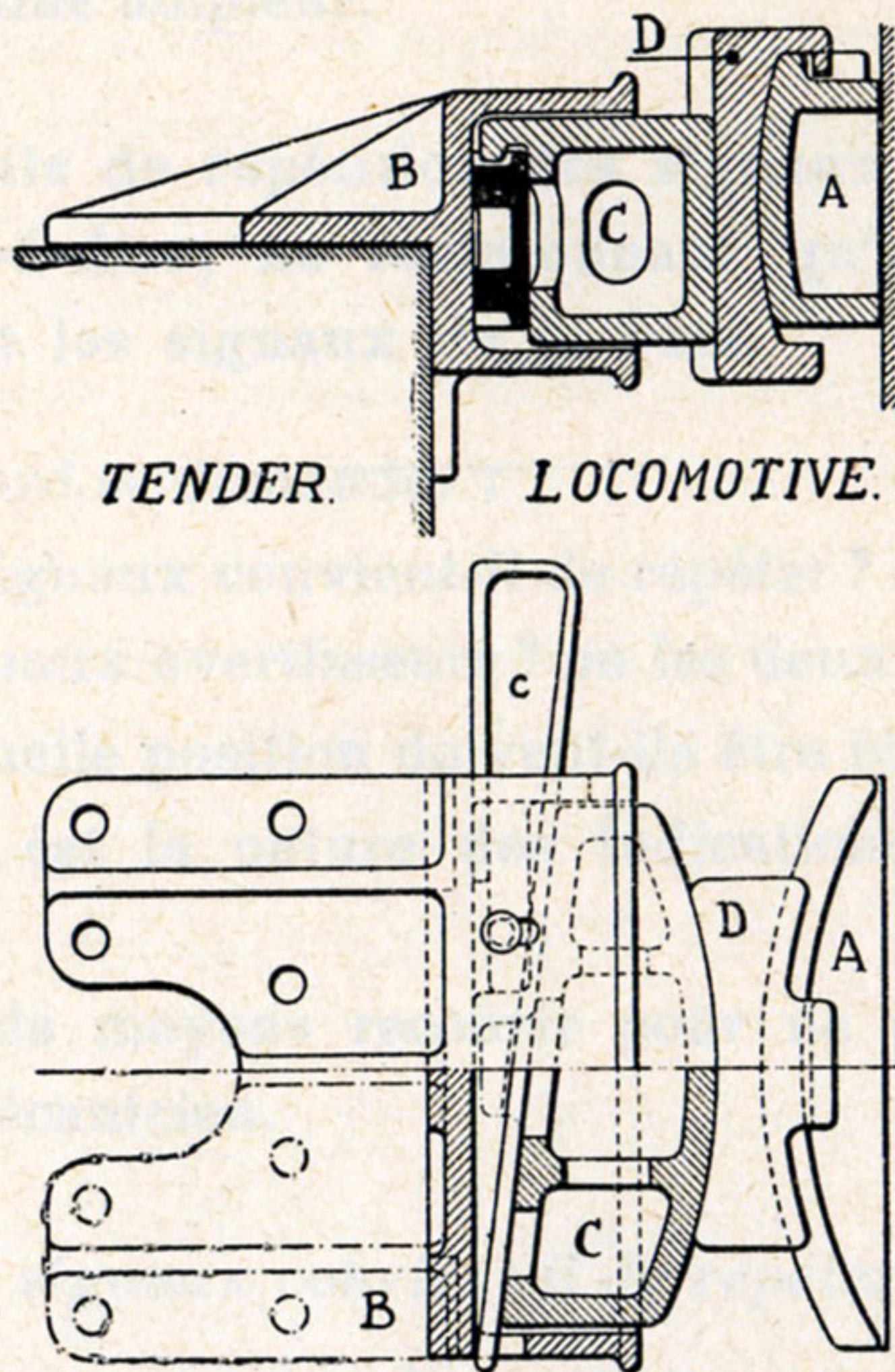


Fig. 730 et 731

Attelage entre locomotive et tender des locomotives types 1 et 12.

Cependant, la tension des ressorts diminue au fur et à mesure de leur allongement. Il faut maintenir cette tension dans certaines limites, c'est pourquoi l'on a prévu le placement d'*intercalaires I* entre les ressorts et le fond du boisseau de butoir, en vue de rendre aux ressorts leur tension primitive.

*Remarque.* — Les écrous et goujons que l'on distingue sur la figure 728 ne servent que pour comprimer les ressorts lorsque l'on veut découpler l'attelage. En service normal, ces écrous et goujons sont enlevés.

Les figures 730 et 731 représentent l'accouplement entre locomotive et tender des locomotives types 1 et 12. Il rappelle dans son principe celui des locomotives type 29. Deux barres de sûreté sont montées de part et d'autre de l'attelage central.

## CHAPITRE II

# RÉPÉTITION DES SIGNAUX DE LA VOIE SUR LES LOCOMOTIVES

La sécurité des trains repose pour une grande part sur la vigilance du machiniste dans l'observation des signaux de la voie. Que cette vigilance soit en défaut, l'accident devient possible.

Par suite de l'augmentation de la vitesse des trains, du développement du volume des chaudières, de l'accroissement du nombre des signaux, il est apparu, à l'heure actuelle, plus intéressant qu'autrefois, d'aider le machiniste et c'est ainsi que la question de la répétition des signaux sur la locomotive a pris une certaine ampleur.

1. — Appareils de répétition des signaux à action intermittente, c'est-à-dire, ne fonctionnant qu'au moment du passage devant les signaux de la voie.

On doit d'abord se demander :

1. — Quels signaux convient-il de répéter ? Signaux d'arrêt absolu ? ou signaux avertisseurs ? ou les deux ?

2. — Dans quelle position doivent-ils être répétés ?

3. — Quelle est la nature des indications à donner au machiniste ?

4. — A quels moyens recourir pour ne pas affaiblir la vigilance du mécanicien.

§ 1. — *Quels signaux convient-il de répéter ?*

Des deux signaux, signal avertisseur ou signal d'arrêt absolu, c'est le signal avertisseur qui est le plus important, puisque c'est à partir du moment où le machiniste aperçoit la

position du signal avertisseur qu'il prend ses dispositions pour respecter le signal d'arrêt absolu. C'est pour cette raison que, seul, le signal avertisseur est précédé de balises qui en facilitent le repérage en temps de brouillard.

Aussi, tous les chemins de fer sont-ils d'accord pour répéter les indications des signaux d'avertissement.

Les signaux avertisseurs étant abordés en pleine vitesse sont d'ailleurs les plus difficiles à observer.

On peut aussi répéter les signaux d'arrêt absolu en position d'arrêt, mais c'est beaucoup moins intéressant puisque ces signaux ne sont abordés qu'après franchissement d'un signal avertisseur dont la position annonce l'arrêt au signal suivant.

§ 2. — *Dans quelle position doivent-ils être répétés ?*

— en position de fermeture seulement ?

— en position de fermeture et d'ouverture ?

A première vue, il semble inutile d'aviser le machiniste de ce qu'il franchit un signal avertisseur *ouvert*, mais comme tout appareil répéteur peut avoir des défaillances et que certains dérangements peuvent se traduire *par l'absence de répétition au droit du signal avertisseur fermé*, la répétition du signal ouvert offre au machiniste le moyen de vérifier au passage de chaque signal le bon fonctionnement de l'appareil.

C'est pourquoi, si certains réseaux avisent le machiniste de ce qu'il franchit un signal avertisseur fermé et ne lui donnent aucune indication quand il passe devant un signal avertisseur ouvert, beaucoup de réseaux donnent cependant les deux indications ouvert et fermé.

§ 3. — *Quelle est la nature des indications à donner au machiniste ?*

1°) L'indication doit-elle être visuelle ou acoustique ?

En général, on estime qu'une indication *acoustique* attire plus sûrement l'attention du machiniste qu'une indication *visuelle*. Effectivement, pour qu'un machiniste perçoive sûrement une indication visuelle, il faut une double condition, à savoir :

a) qu'il regarde dans une direction déterminée ;

b) qu'il regarde au moment précis où l'indication apparaît.

Il a été constaté en outre que, dans les cas les plus favorables, l'homme réagit sur des signaux *acoustiques* en  $\frac{1}{8}$  de seconde environ, tandis qu'il lui faut  $\frac{1}{6}$  de seconde pour réagir sur des signaux *optiques*.

Si l'indication acoustique, qui se donne toujours au passage d'un signal *fermé*, est également donnée au droit d'un signal *ouvert*, il convient que la seconde indication soit très différente de la première. Pour le surplus, elle doit être relativement peu puissante, sinon elle pourrait devenir énervante pour le machiniste. Si les signaux étaient seulement distants l'un de l'autre de 2 km en moyenne, le machiniste à bord d'une locomotive qui fait du 120 km/h, rencontrerait un signal — fermé ou ouvert — toutes les minutes.

2°) En même temps que la *répétition* des signaux, convient-il de réaliser sur les locomotives l'*enregistrement* des signaux ?

A proprement parler, l'enregistrement ne rentre pas dans les mesures de sécurité, puisqu'il n'intervient en rien pour éviter l'accident. Il ne renseigne qu'après coup sur ce qui s'est passé,

Cependant, l'enregistrement présente plusieurs avantages qui, indirectement, concourent à la sécurité :

— Par l'examen des bandes enregistrées, il permet un contrôle de la régularité du fonctionnement des appareils répéteurs ;

— Il rend impossible toute contestation du machiniste sur la position des signaux franchis et, partant, facilite les enquêtes.

Eu égard aux grandes vitesses aujourd'hui atteintes, le machiniste est de plus en plus exposé à dépasser involontairement la vitesse permise, car il est très difficile pour lui d'estimer « au jugé » la vitesse réalisée. *L'indication de la vitesse* est donc très utile. Quant à l'*enregistrement* de la vitesse, il permet au chef de dépôt de se rendre compte de la façon habituelle de conduire de ses machinistes.



Ceux-ci sont tentés, en vue d'augmenter leurs primes d'économie de charbon, de gravir les rampes avec lenteur mais de se laisser descendre sur les pentes à vive allure.

L'enregistrement permet encore de contrôler si les limites de vitesse n'ont pas été dépassées, bien qu'aucun accident ne se soit produit.

§ 4. — *A quels moyens recourir pour que la répétition des signaux sur la locomotive n'affaiblisse pas la vigilance du machiniste ?*

La vigilance sera sauvegardée si, avant que le machiniste franchisse un signal *fermé*, on l'oblige à poser un geste que l'appareil répéteur enregistrera.

Grâce à cet enregistrement, on pourra aisément contrôler après coup si le machiniste a observé le signal *avant* de le franchir, ou bien si c'est le répéteur qui a rappelé à son attention qu'il venait de franchir un signal fermé.

Grâce au « pointage de la vigilance », le machiniste garde un intérêt réel à observer les signaux de la voie sans compter sur la répétition. Effectivement, il sait qu'il sera puni si, après coup, la bande enregistrée révèle le franchissement d'un signal fermé *non précédé* du pointage de sa vigilance.

## 2. — Principes de construction des appareils répéteurs.

Tous les appareils comportent un *organe-voie* qui, au passage devant le signal, agit sur un *organe-locomotive*.

Certains appareils fonctionnent par contact mécanique, d'autres par contact électrique, d'autres, enfin, agissent *sans contact*, par induction magnétique.

### § 1. — Appareils à contact mécanique.

*Quand le signal est à l'arrêt*, une pédale mobile, solidaire du signal, se place dans la voie dans une position telle qu'elle puisse être touchée par une pièce oscillante de la locomotive.

Le déplacement de cette pièce actionne l'appareil répéteur. *Quand le signal est à voie libre*, la pédale s'efface.

Ces appareils, les premiers en date, ne répètent d'ordinaire les signaux que dans leur position de fermeture.

En général, ils s'accommodent assez peu des grandes vitesses. Il est, en effet, difficile d'obtenir pratiquement un fonctionnement régulier du répéteur, à cause des chocs violents et destructeurs qui se produisent entre la pédale de voie et la pièce oscillante de la locomotive.

### § 2. — *Appareils à contact électrique.*

Ces appareils donnent l'indication « signal fermé » :

— soit par émission de courant,

— soit, ce qui vaut mieux, par cessation de courant.

Une pièce métallique fixe, isolée électriquement, appelée *crocodile* ou *rampe*, est couchée dans la voie parallèlement aux rails et reliée à une source de courant.

Sur la locomotive est fixée une *brosse métallique* qui, à chaque passage sur le crocodile, recueille du courant qui actionne les appareils répéteurs ainsi qu'éventuellement les enregistreurs.

A la S. N. C. B., on a installé à la sortie de chaque dépôt de locomotives, un *crocodile d'épreuve*, sur lequel le répéteur des locomotives doit déclencher comme il le ferait au passage d'un signal fermé. Le machiniste a ainsi l'assurance, au moment de se mettre en route, qu'à ce moment du moins, les appareils de sa locomotive fonctionnent bien.

Obéissant aux mêmes préoccupations, certains réseaux vont jusqu'à installer des crocodiles d'épreuve sur les grandes lignes, tous les 50 kilomètres.

La S. N. C. B. emploie des appareils des systèmes *Flaman*, *Hasler* et *Téloc*.

Ces appareils sont également très répandus sur les chemins de fer français, qui les utilisent d'ailleurs depuis très longtemps.

### § 3. — *Appareils sans contact.*

Dans ces systèmes, le dispositif « voie » et le dispositif « locomotive » sont, en réalité, des circuits électriques qui

agissent l'un sur l'autre, à distance, par *induction magnétique*.

Ces appareils sont employés dans plusieurs pays, mais surtout sur le réseau *électrifié* des chemins de fer suisses.

En Suisse, par suite du climat rigoureux, les appareils à contact pourraient se trouver dans des conditions de fonctionnement moins favorables.

Dans le système suisse « Signum », lorsque le signal est à l'arrêt, l'appareil coupe le courant électrique qui alimente les moteurs de traction attaquant les essieux.

### 3. — Signalisation continue sur les locomotives.

Ces appareils, connus sous le nom de « cab-signal » ou de « signaux d'abri », sont essentiellement différents de ceux examinés jusqu'ici.

Les appareils précédents se bornent à renseigner le machiniste sur la position de *certaines* signaux, tandis que les « signaux d'abri » reproduisent sur la locomotive d'une façon continue la signalisation *complète*, c'est-à-dire de *tous* les signaux rencontrés.

Le signal d'abri est généralement complété par un dispositif de vigilance.

Certains réseaux des Etats-Unis ont fait confiance entière aux signaux d'abri, au point qu'ils ont supprimé les signaux de voie.

### 4. — Freinage automatique (train-control).

Les procédés employés pour renseigner le machiniste sur sa locomotive, qu'il s'agisse de la répétition de certains signaux ou de la signalisation continue, peuvent toujours être *complétés* par un freinage automatique devant arrêter le train en cas de négligence du machiniste.

---

## ACCESSOIRES DIVERS

## 1. — Sablières

Lors de l'étude des bielles d'accouplement (p. 407), nous avons fait remarquer que l'effort de traction était limité par l'adhérence. Dès que l'adhérence tombe au-dessous de l'effort moteur développé à la jante des roues motrices, les roues patinent.

Des causes *accidentelles* peuvent diminuer considérablement l'adhérence et partant occasionner le patinage de la locomotive. Ces causes sont de natures diverses : tantôt le rail est rendu

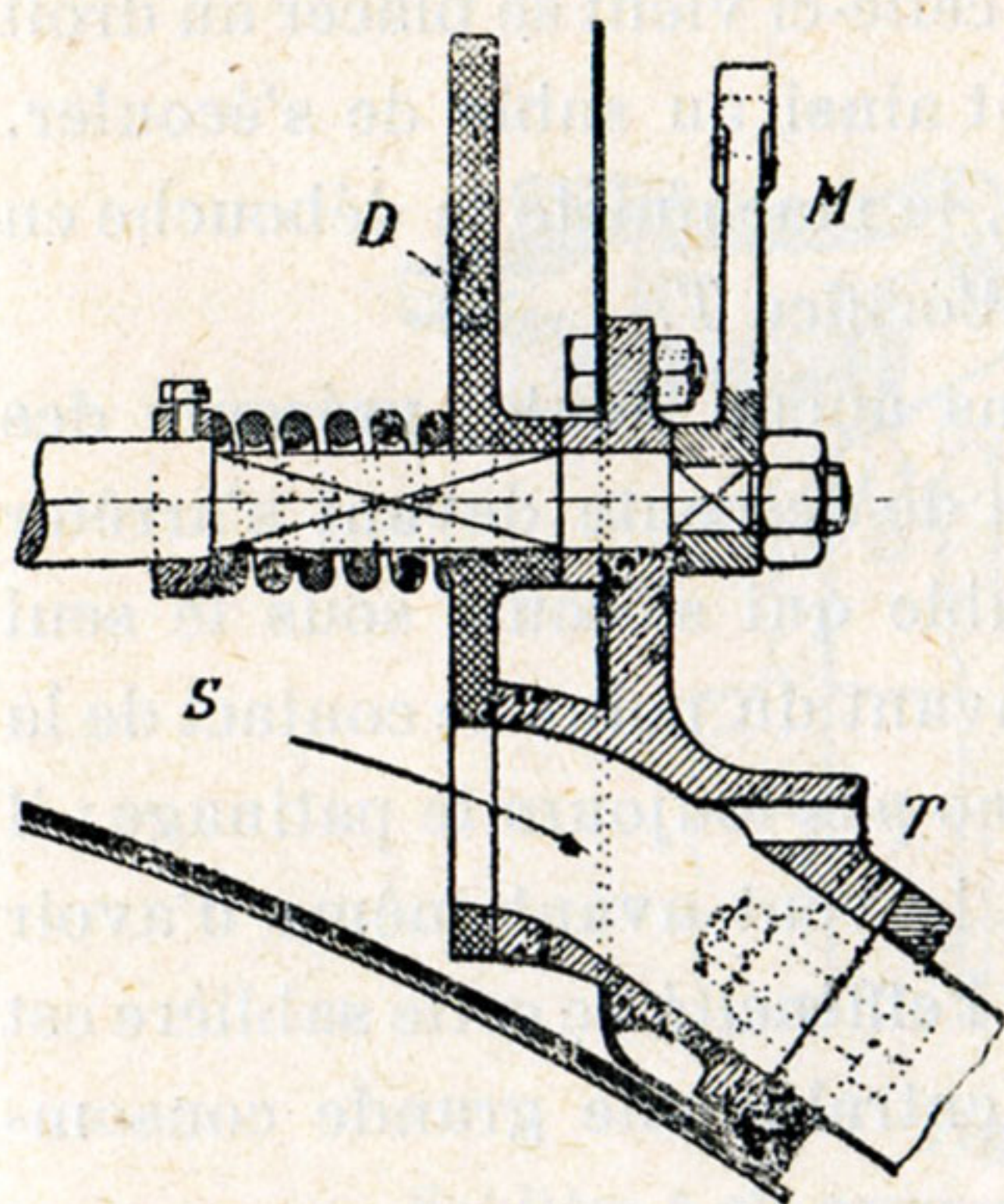


Fig. 732. — Sablière

glissant par la présence de feuilles, par le brouillard, par une pluie fine, etc., tantôt par de l'huile de graissage tombée des organes de la locomotive.

Ces causes accidentelles ont surtout de l'influence lors du démarrage car, à ce moment, l'effort moteur développé se rapproche le plus de l'adhérence maximum.

On rend de l'adhérence au rail en projetant dessus du *sable sec*, les appareils distri-

buteurs de sable s'appellent *sablières*.

Le sable doit être projeté en avant de la roue dans le sens de la marche et aussi près que possible du point de contact de la roue et du rail. Le sable, préalablement *séché* dans des fours spéciaux, est ensuite *tamisé* pour en éliminer les cailloux. Il doit être exempt d'argile afin qu'il ne se forme pas de masses

agglomérées qui paralyseraient le fonctionnement de la sablière.

Les *sablières primitives*, que l'on rencontre encore du reste sur les anciennes locomotives, consistent simplement en un bac à sable, pourvu d'un couvercle à charnière (fig. 732), installé soit sur le corps cylindrique de la chaudière, soit sur le tablier de la locomotive.

Lorsque la sablière est placée sur le corps cylindrique, le sable se maintient plus sec grâce à la chaleur de la chaudière. De plus, dans ce cas, la sablière peut être commune à plusieurs roues, les tuyaux de distribution du sable descendant de chaque côté du corps cylindrique.

Quand la sablière est installée sur le tablier, il en faut une pour chaque roue.

En manœuvrant une tringle à sa portée, le machiniste actionne la manivelle *M* qui provoque la rotation d'un disque *D* en fonte percé d'une ouverture, celle-ci vient se placer au droit du tuyau de descente permettant ainsi au sable de s'écouler.

Lorsque l'ouverture s'obstrue, le machiniste la débouche en introduisant une épinglette par l'orifice *T*.

Cette sablière, très simple sans aucun doute, présente des inconvénients sérieux. Le tuyau de descente devant s'arrêter à quelque distance du rail, le sable qui s'écoule sous le seul effet de la pesanteur tombe en avant du point de contact de la roue et du rail, il n'empêche donc pas toujours le patinage; il risque aussi d'être emporté par le vent avant même d'avoir atteint le rail. Pour ces raisons, l'efficacité de cette sablière est relativement faible, son emploi entraîne une grande consommation de sable.

L'introduction des *sablières à vapeur* a réalisé sous ce rapport un grand perfectionnement.

Dans la *sablière Gresham*, un jet de vapeur lancé dans le tuyau de descente provoque un appel d'air qui entraîne la chute du sable, celui-ci est ensuite repris par la vapeur elle-même et lancé au contact de la roue et du rail, c'est-à-dire là où il est nécessaire.

Le jet de vapeur répand aussi le sable beaucoup plus uniformément sur le rail.

Cette sablière très efficace réduit très considérablement la consommation de sable.

Les sablières à vapeur fonctionnent d'autant mieux que la vapeur est plus sèche. Elles doivent être construites de façon à éliminer les eaux de condensation.

Actuellement les sablières à vapeur sont remplacées par des *sablières à air comprimé* plus simples et d'un fonctionnement plus sûr.

La *sablière Gresham* à air comprimé, montée sur toutes les locomotives belges, se compose de deux organes principaux : le *robinet de manœuvre* et le *distributeur de sable*.

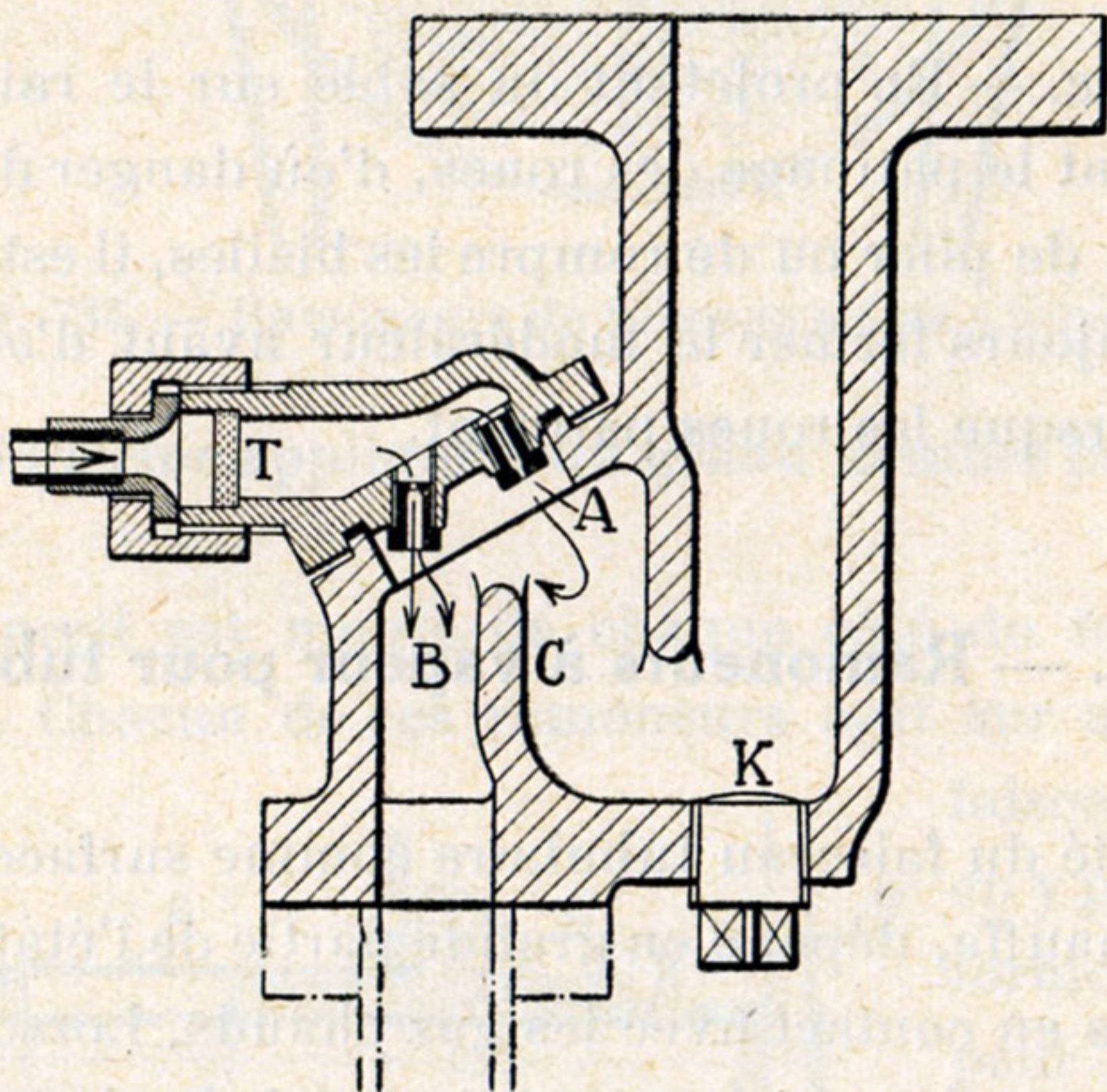


Fig. 733

Sablière à air comprimé, système Gresham

Le *distributeur* (fig. 733) est adapté sous le réservoir à sable. Au repos, l'écoulement du sable est arrêté par le barrage *C*. En fonctionnement, l'air comprimé, venant du robinet de manœuvre, pénètre dans le distributeur où les orifices *A* et *B* le partagent en deux jets.

Le jet qui sort par l'orifice *A* barbote dans le sable et le fait

sauter par dessus le barrage *C* dans le tuyau de descente. Le jet qui sort par *B* entraîne le sable et le chasse jusqu'au point de contact de la roue et du rail.

En raison de la haute pression de l'air comprimé, l'orifice du jet barboteur ne mesure que 1 mm, celui du jet d'air entraîneur 1 1/2 mm. La toile métallique *T* empêche l'engorgement de ces deux orifices.

Un bouchon de visite *K* est fixé au bas du distributeur.

Le robinet de manœuvre comporte un orifice allongé réalisant une ouverture graduée qui rend facile le réglage du débit du sable.

L'air comprimé est pris à la partie supérieure du réservoir principal du frein, afin qu'aucune eau de condensation ne soit entraînée dans les tuyauteries et dans les distributeurs.

*Remarque.* — En projetant du sable sur le rail, on arrête brusquement le patinage des roues, d'où danger de décaler les manivelles, de plier ou de rompre les bielles, il est donc nécessaire de toujours fermer le modérateur avant d'actionner les sablières lorsque les roues patinent.

## 2. — Ramoneurs à vapeur pour tubes

L'efficacité du faisceau tubulaire comme surface de chauffe, ou de surchauffe, dépend en grande partie de l'état de propreté des surfaces en contact avec les gaz chauds. Lorsque les tubes sont recouverts de suie, la transmission de la chaleur est entravée. L'amas de suie et de fraïsil peut être tel que les tubes se bouchent. S'il s'agit de tubes surchauffeurs, l'inconvénient peut être considérable.

A l'origine, les tubes à fumée ordinaires étaient « passés » au moyen d'une tige de fer munie d'un tampon à son extrémité. L'opération consistait en un véritable ramonage.

Actuellement, on fait usage pour nettoyer les tubulures, d'une lance soufflant, soit de l'air comprimé, soit de la vapeur.

Ce mode de travail, très efficace, car il nettoie tube par tube,

présente parfois certaines difficultés lorsque le surchauffeur est muni d'un étouffoir, de plus, il prend assez bien de temps.

On utilise également des appareils lançant un violent jet de vapeur sur l'entrée de la tubulure, de l'intérieur même du foyer. Nous décrirons, à titre d'exemple, le ramoneur de tubes

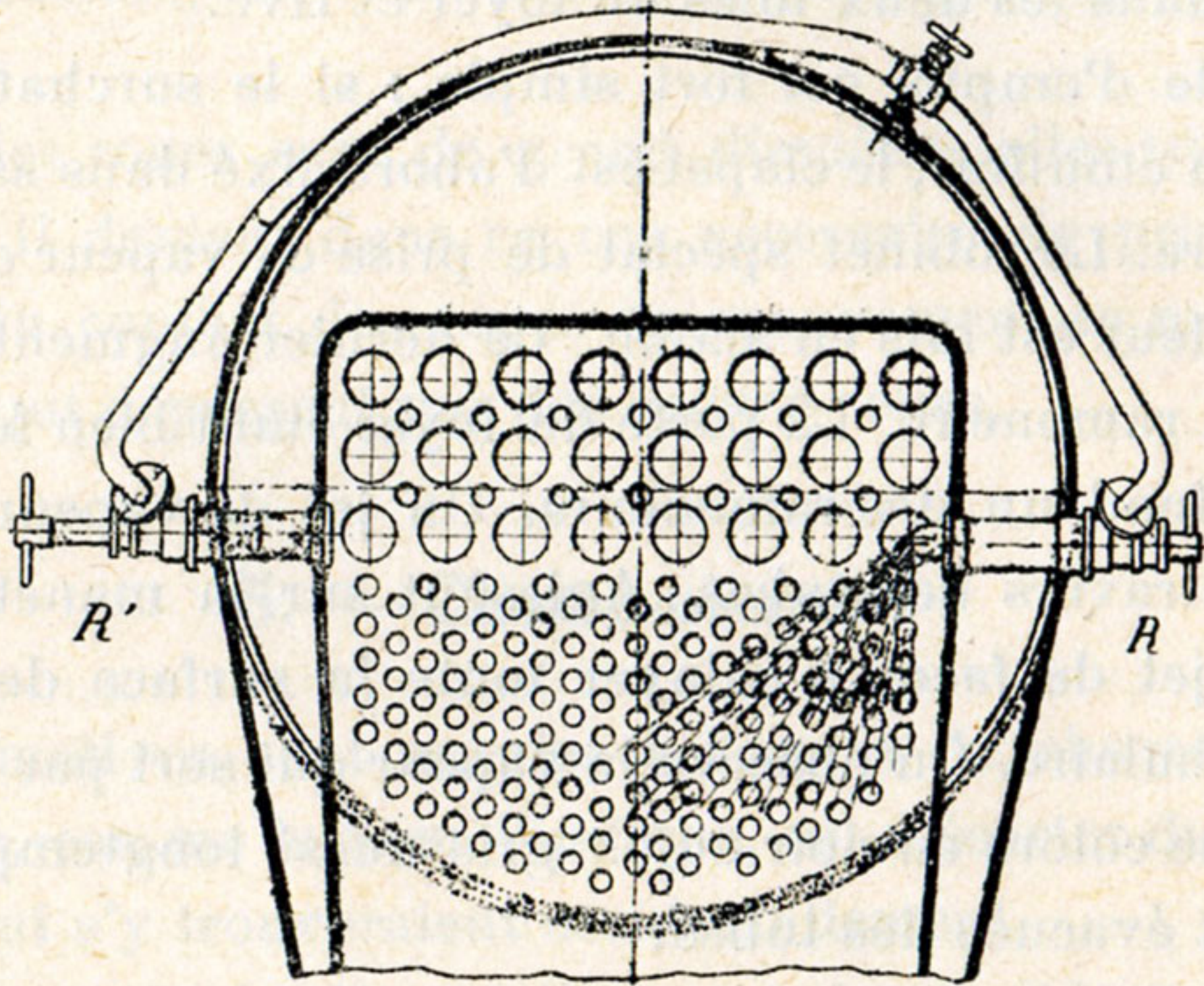


Fig. 734. — Ramoneurs de tubes système « Superior ».

système *Superior* appliqué à un grand nombre de locomotives belges.

Un appareil est monté de chaque côté du foyer en *R*, *R'* (fig. 734). Chacun de ces ramoneurs agit sur une moitié du

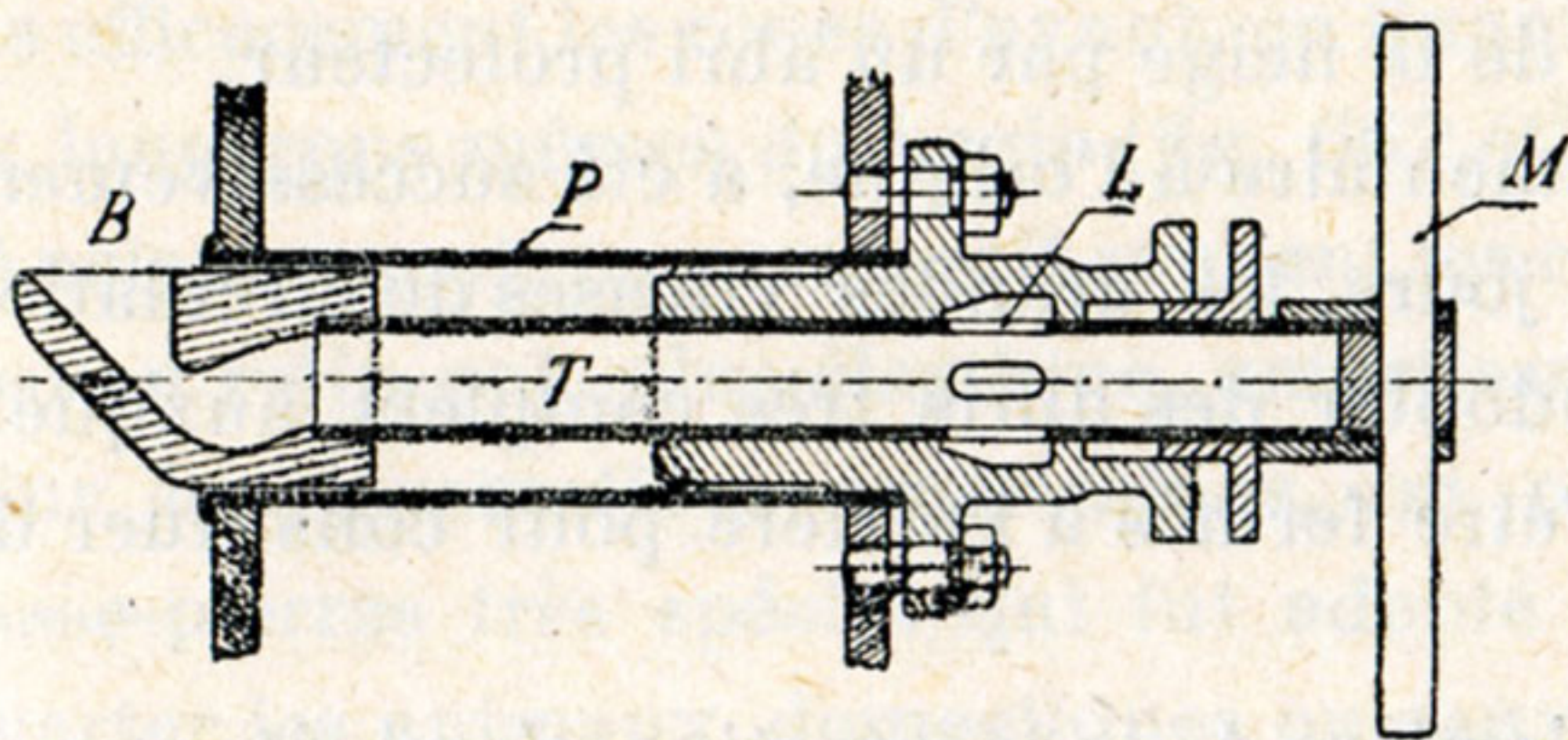


Fig. 735

faisceau tubulaire en y projetant, sous forme de jet, la vapeur qui lui est amenée du dôme par une tubulure munie d'un robinet de commande.

Chaque ramoneur se compose d'un tube *T* (fig. 735) dans lequel la vapeur s'écoule, les lumières *L* étant découvertes. Le tube *T* est muni d'une tuyère spéciale *B* recourbée à angle droit et dirigée vers la plaque tubulaire.

La manette *M* à l'extrémité du tube *T* permet de lui imprimer un mouvement angulaire et un mouvement longitudinal.



La *rotation* du tube permet de diriger le jet sur toute la hauteur de la plaque tubulaire. Le mouvement *longitudinal* permet, l'opération terminée, d'effacer la tuyère *B* à l'intérieur du tube de protection *P*, comme on le voit à gauche de la figure 734, en la mettant ainsi à l'abri du feu. Le tube *P* est en acier, il est vissé dans les deux tôles du foyer et rivé.

Le mode d'emploi est fort simple : si le surchauffeur est muni d'un étouffoir, le clapet est d'abord fixé dans sa position d'ouverture. Le robinet spécial de prise de vapeur est ouvert et le souffleur est mis en action. Ce dernier augmente l'action propre du ramoneur. La porte du foyer étant bien fermée, on pousse à fond un des ramoneurs. Un jet de vapeur est alors lancé au travers des tubes. Agissant sur la manette *M*, on dirige le jet de façon à balayer toute la surface de la demi-plaque tubulaire. On observe la vapeur qui sort par la cheminée, elle se colore en noir ou en gris aussi longtemps que de la suie est évacuée des tubes.

Lorsque la vapeur est devenue propre, le ramoneur est retiré et calé dans cette position. La même opération est répétée de l'autre côté.

### 3. — Abri pour le personnel

Le personnel desservant la locomotive doit être garanti du vent, de la pluie ou de la neige par un abri protecteur.

Cet abri, très rudimentaire à l'origine, a été successivement amélioré et, de nos jours, les grandes vitesses de circulation des trains ont fait adopter des abris très complets, auxquels il ne manque que d'être fermés à l'arrière pour constituer de véritables cabines.

L'abri, installé à l'arrière de la locomotive, s'emboîte par sa paroi d'avant sur l'arrière du foyer. Cette paroi d'avant est pourvue à droite et à gauche de fenêtres garnies de glaces généralement mobiles, on y ménage parfois aussi des portes donnant accès directement sur le tablier extérieur de la locomotive. Les parois latérales sont garnies de fenêtres à glissières et de portes d'accès.

Le toit de l'abri surplombe légèrement l'avant du tender.

#### 4. — Tablier et couvre-roues

Pour faciliter le graissage et la visite, même en marche, un *tablier* court tout le long de la locomotive, reliant de chaque côté la plate-forme d'arrière à la traverse d'avant. Ce tablier, en tôles gaufrées, est fixé aux longerons par des consoles appropriées.

Dès que les roues sont de grand diamètre, elles traversent le tablier ; il devient dans ce cas nécessaire de protéger le personnel du contact des roues en mouvement en masquant les parties qui dépassent par des *couvre-roues*.

#### 5. — Chasse-pierres

Les locomotives sont munies à l'avant de chasse-pierres dont le rôle, comme le nom l'indique, est d'écarter du rail les obstacles qui s'y trouveraient accidentellement.

Ils sont constitués d'une pièce en acier, solidement fixée au longeron et descendant aussi près du rail que le permettent les oscillations de la locomotive sur ses ressorts (fig. 12). Le chasse-pierres de droite est rendu parfois solidaire de celui de gauche par une forte tringle.

Quand la locomotive est pourvue d'un bogie, on protège plus efficacement les roues d'avant, en fixant les chasse-pierres aux longerons mêmes du bogie (fig. 662 et 664).

Anciennement, on garnissait souvent les chasse-pierres d'un balai en rotin qui, plus élastique, amortissait les chocs.

Sur les locomotives américaines, on conserve encore le chasse-pierres très spécial qui fut adopté à l'origine en vue d'écarter les animaux domestiques ou sauvages égarés sur la voie. Ce chasse-pierres, dénommé *cow-catcher* (chasse-vaches), est formé de deux parois ajourées, assemblées en forme de coin à l'avant de la machine.

---

## SEPTIÈME PARTIE

# TENDER ET LOCOMOTIVE-TENDER

---

### CHAPITRE I

## LE TENDER

La locomotive à vapeur est une véritable usine génératrice, le moteur propulseur du mouvement emporte avec lui non seulement sa chaudière, mais encore ses approvisionnements en eau et en charbon. Ceux-ci sont réunis sur un véhicule spécial, *le tender*.

L'approvisionnement en eau et en charbon doit être en rapport avec la longueur des parcours à couvrir sans arrêt. Le tender, constituant un poids mort, répondra d'autant mieux à sa destination qu'il sera capable de recevoir un plus grand poids d'eau et de combustible pour un poids propre minimum. Dans le même ordre d'idées, on limitera l'approvisionnement en eau et en charbon à ce qui est nécessaire, l'excédent constitue en effet un chargement dont la remorque entraîne une dépense sans aucun profit. Si, pour fixer les idées, on admet qu'un kilogramme de charbon vaporise 7 à 9 kg d'eau, le poids de combustible à emporter pourra n'être que le  $\frac{1}{7}$  ou le  $\frac{1}{9}$  du poids en eau, mais en réalité il se rapproche davantage du  $\frac{1}{4}$  et même du  $\frac{1}{3}$ . Cela tient à cette circonstance que la réalimentation en eau peut s'effectuer rapidement, tandis qu'il n'en va pas de même pour le combustible solide. Du reste, la manutention du charbon s'accompagne d'une production de poussières qui fait reléguer cette opération dans les dépôts, loin des endroits fréquentés du public.

Le tender étant l'accessoire inséparable de la locomotive, il est naturel que sa construction se ressente de ce voisinage.

Son *châssis* est formé de deux longerons en tôles découpées, dont l'épaisseur varie de 22 à 27 mm. Les longerons, extérieurs aux roues, sont réunis à l'avant par le caisson d'accouplement, à l'arrière, par une forte traverse portant les appareils de traction et de choc. Aux tenders de faible capacité, le châssis est entretoisé par plusieurs traverses intermédiaires consolidées par des pièces longitudinales ; parfois l'indéformabilité du châssis est obtenue par des traverses et des croisillons.

Aux tenders de grande capacité, la soute à eau descend fréquemment entre les longerons sous le châssis, sa construction est alors étudiée de manière à constituer un entretoisage robuste entre les longerons.

Le châssis repose sur deux, trois ou quatre *essieux*, selon les quantités de charbon et d'eau embarquées et d'après la charge limite par essieu admise sur les voies parcourues.

La *suspension* n'offre rien de bien spécial ; le plus souvent, les ressorts sont indépendants, c'est le cas pour les tenders à trois essieux, types 15 et 18 de la S. N. C. B. Quelquefois cependant les ressorts des deux derniers essieux sont conjugués par des balanciers longitudinaux, exemples : les tenders à trois essieux, types 4, 19, 24 et 31. Aux tenders de 18 m<sup>3</sup>, type 14, montés sur bogies, on retrouve la disposition représentée figure 603, c'est-à-dire que les ressorts sont renversés et supportent la charge en leur milieu.

Les *boîtes* sont d'une pièce, fermées par un couvercle à l'avant, le graissage s'effectuant par dessous soit par tampon, soit par palette en bout d'essieu (boîte isothermos). Le couvercle des boîtes est percé d'un trou permettant une réalimentation aisée de la sous-boîte.

Les *guides*, boulonnés aux longerons, offrent aux boîtes de larges surfaces d'appui.

Quant aux *roues*, elles se construisent en acier moulé comme celles des locomotives.

Les *soutes* sont construites en tôles d'environ 6 mm et sont

boulonnées au châssis. Des cloisons transversales divisent les soutes à eau en compartiments, pour éviter les déplacements violents de la masse d'eau lors des ralentissements et des arrêts. Tous ces compartiments communi-

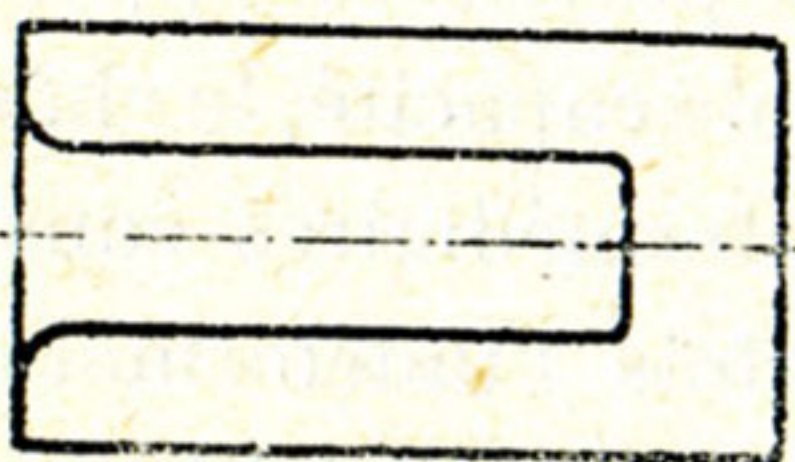
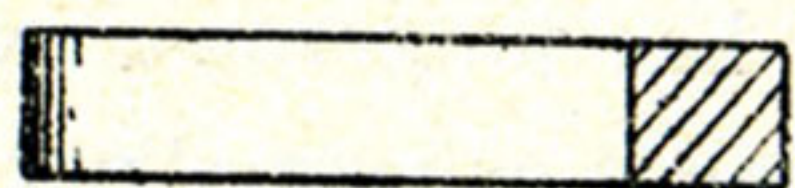


Fig. 736

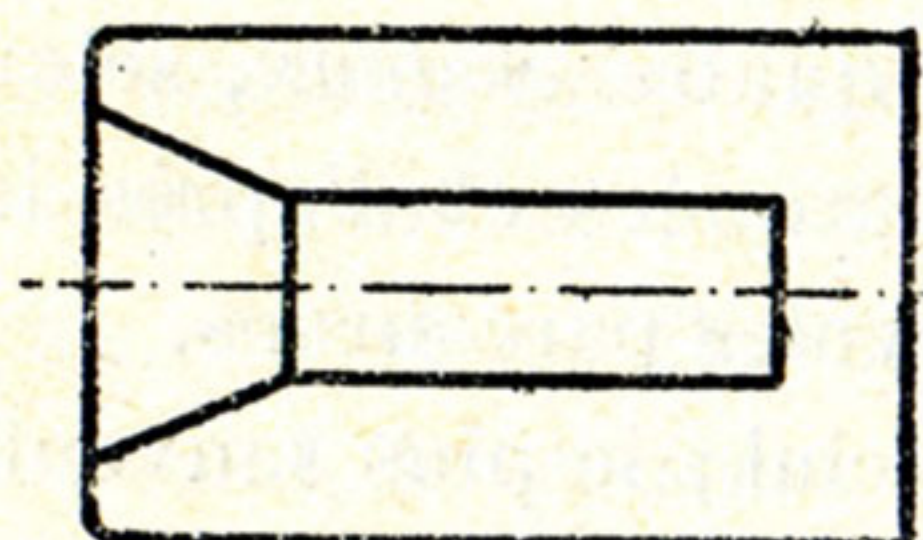
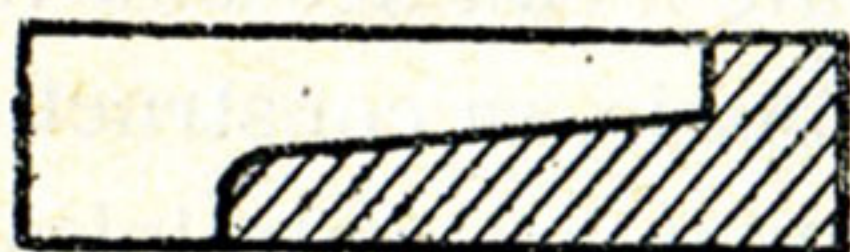


Fig. 737

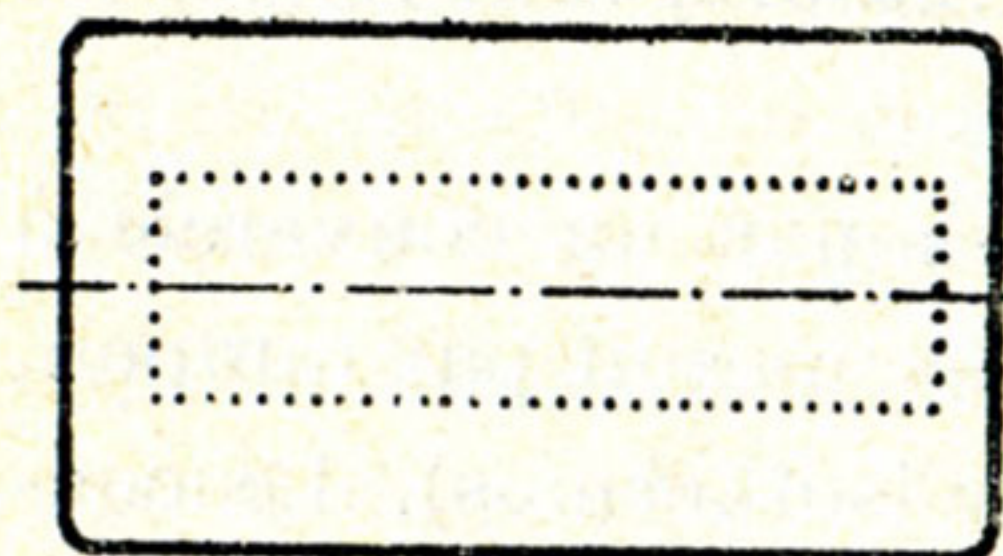
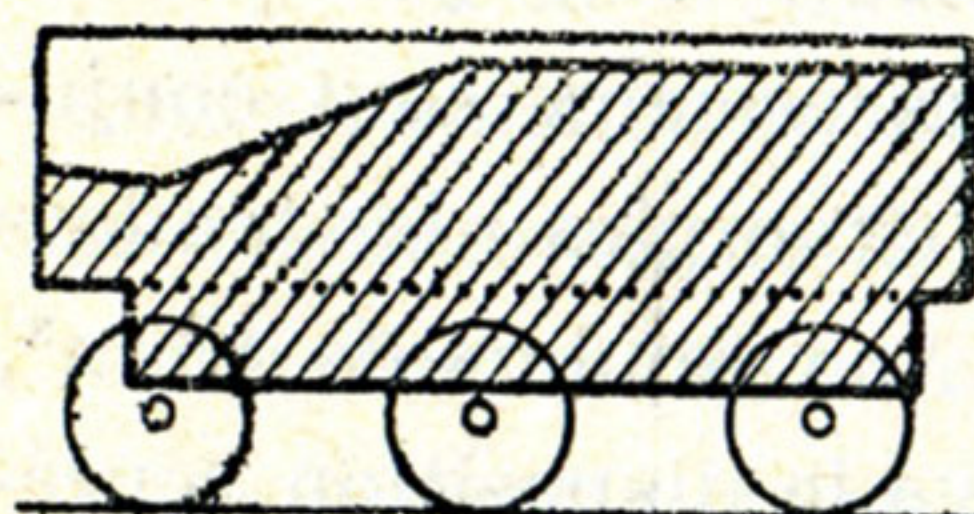


Fig. 738

quents naturellement entre eux pour que le même niveau s'établisse partout.

Les soutes à eau comportent deux *trous d'homme* qui servent pour l'introduction de l'eau et pour le nettoyage périodique. Les trous d'homme sont garnis soit d'un tamis, soit d'une grille à larges ouvertures, pour retenir éventuellement les corps étrangers qui pourraient tomber dans la soute. Les ouvertures du tender sont, en outre, fermées par des couvercles. Indépendamment de ces précautions, les soupapes de prise d'eau sont protégées par une crépine à trous de plus petite dimension.

A l'origine, la soute à eau était formée d'un réservoir de section rectangulaire disposée en fer à cheval avec l'ouverture vers l'avant, croquis 736. La soute à eau formait ainsi une sorte d'excavation centrale, dans laquelle s'entassait le charbon.

Exemple : tender de 10.700 litres et de 5.500 kg de charbon.

Pour donner plus d'importance à l'approvisionnement en eau, on a prélevé un certain volume sur le fond de la soute à charbon, croquis 737. Exemples : tender de 13.000 litres (7000 kg de charbon).

Enfin, la nécessité d'accroître encore la réserve en eau a conduit à adopter la construction représentée croquis 738.

Comme on le voit, on profite de l'espace libre entre les longerons et les essieux pour prolonger les soutes à eau sous le châssis. Cette disposition permet de donner soit moins de longueur, soit moins de hauteur au tender. Ce prolongement des soutes est construit en tôle de plus forte épaisseur (12 à 15 mm), on le consolide soigneusement et on l'assemble solidement aux longerons, pour lesquels il constitue un bon entretoisage. Exemple : tender type 7, de 23 m<sup>3</sup> d'eau et de 10 tonnes de charbon.

Cette construction n'a toutefois pas été suivie pour les tenders de fabrication récente, dans lesquels nous retrouvons la disposition de la figure 738, mais sans le réservoir engagé entre les longerons. Exemples :

tender type 1, 38 m<sup>3</sup> d'eau et 10.500 kg de charbon,  
 » » 38, 31 m<sup>3</sup> » » 7.000 kg » »

Le tender est fermé à l'avant par une cloison transversale qui retient le combustible. Cette cloison est percée en son milieu d'une ouverture fermée par une porte à guillotine.

Le tender (voir page 635) est pourvu d'un frein à main et possède le même frein à air que la locomotive.

Enfin, c'est sur le tender que se trouvent les coffres affectés les uns à l'outillage, les autres aux effets du personnel.

**Prise d'eau en marche.** — Dans le but d'éviter soit de prolonger les arrêts pour prise d'eau, soit de traîner des tenders de grand volume, certaines compagnies, en Angleterre notamment, ont disposé de distance en distance entre les rails de la voie, des rigoles pleines d'eau. Quand la locomotive passe au-dessus d'une de ces rigoles, le chauffeur abaisse le bout d'un tuyau recourbé

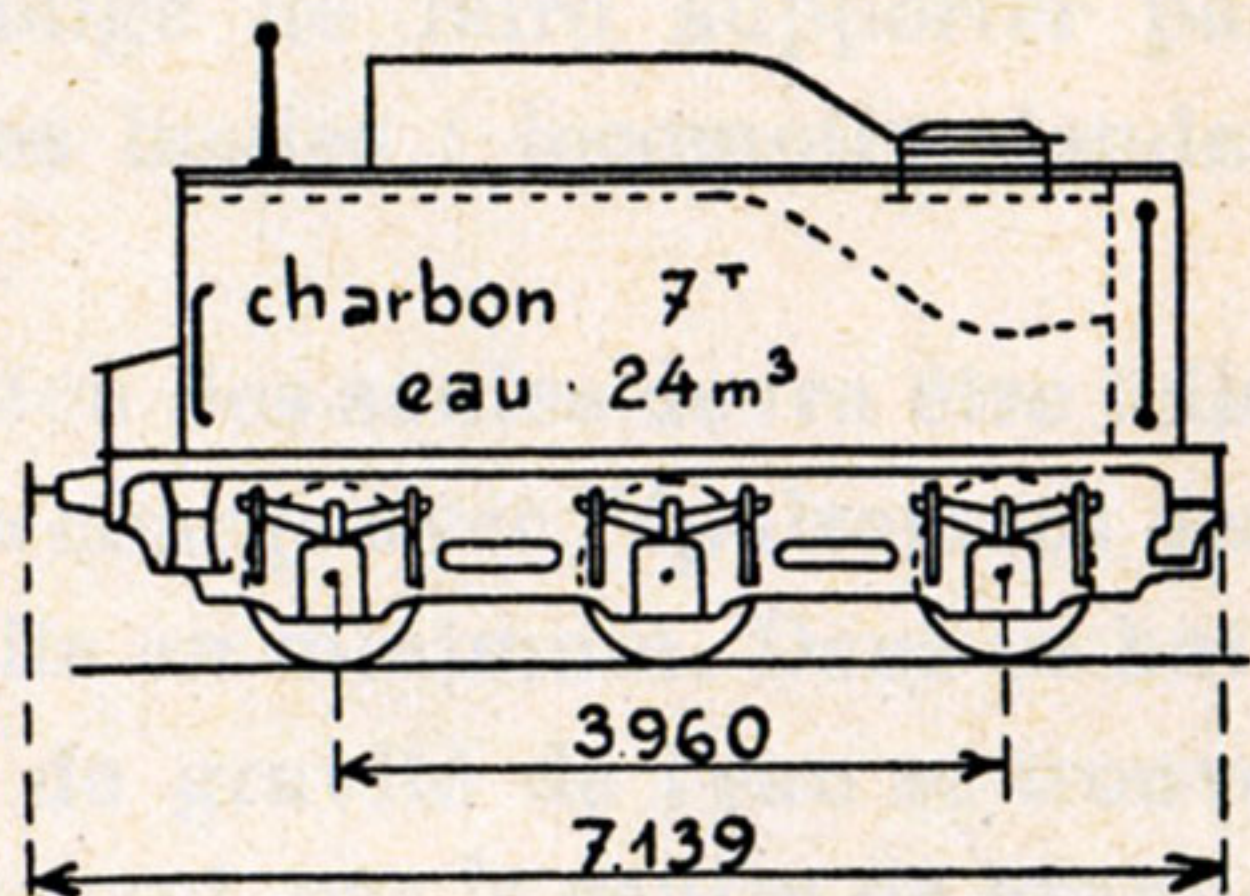


Fig. 739

Tender à 3 essieux.

Eau : 24 m<sup>3</sup> - charbon : 7 tonnes.

fixé sous le tender. Par l'effet de la vitesse, l'eau monte dans ce tuyau qui traverse la soute à eau et se recourbe au-dessus de celle-ci, de manière à déverser l'eau dans le tender par le dessus.

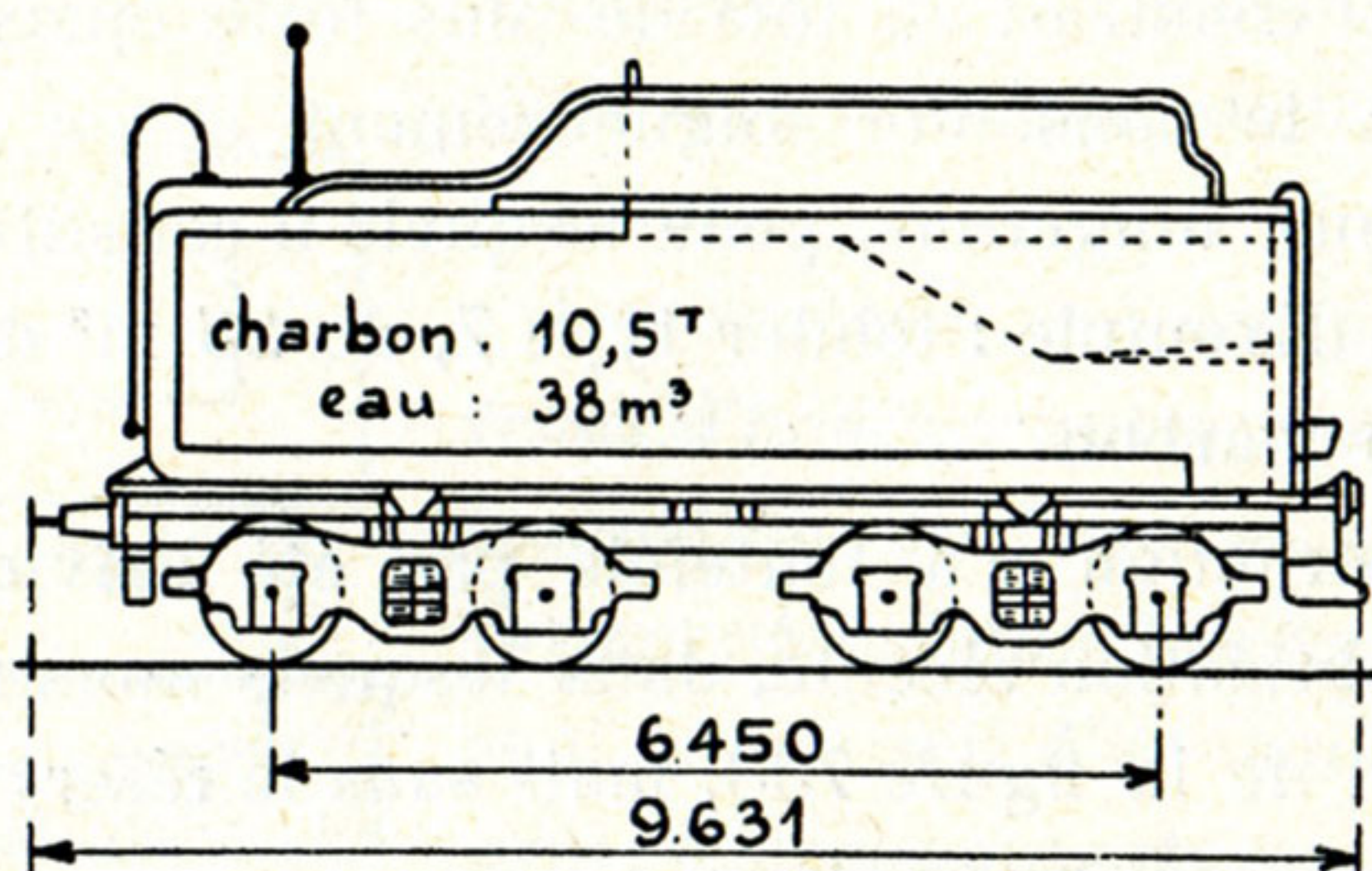


Fig. 740. — Tender monté sur bogies.  
Eau : 38 m<sup>3</sup> - charbon : 10,5 tonnes.

Les figures 739 et 740 représentent les tenders de grande capacité, à 3 essieux et à bogies, de la S. N. C. B.

## CHAPITRE II

# LA LOCOMOTIVE-TENDER

---

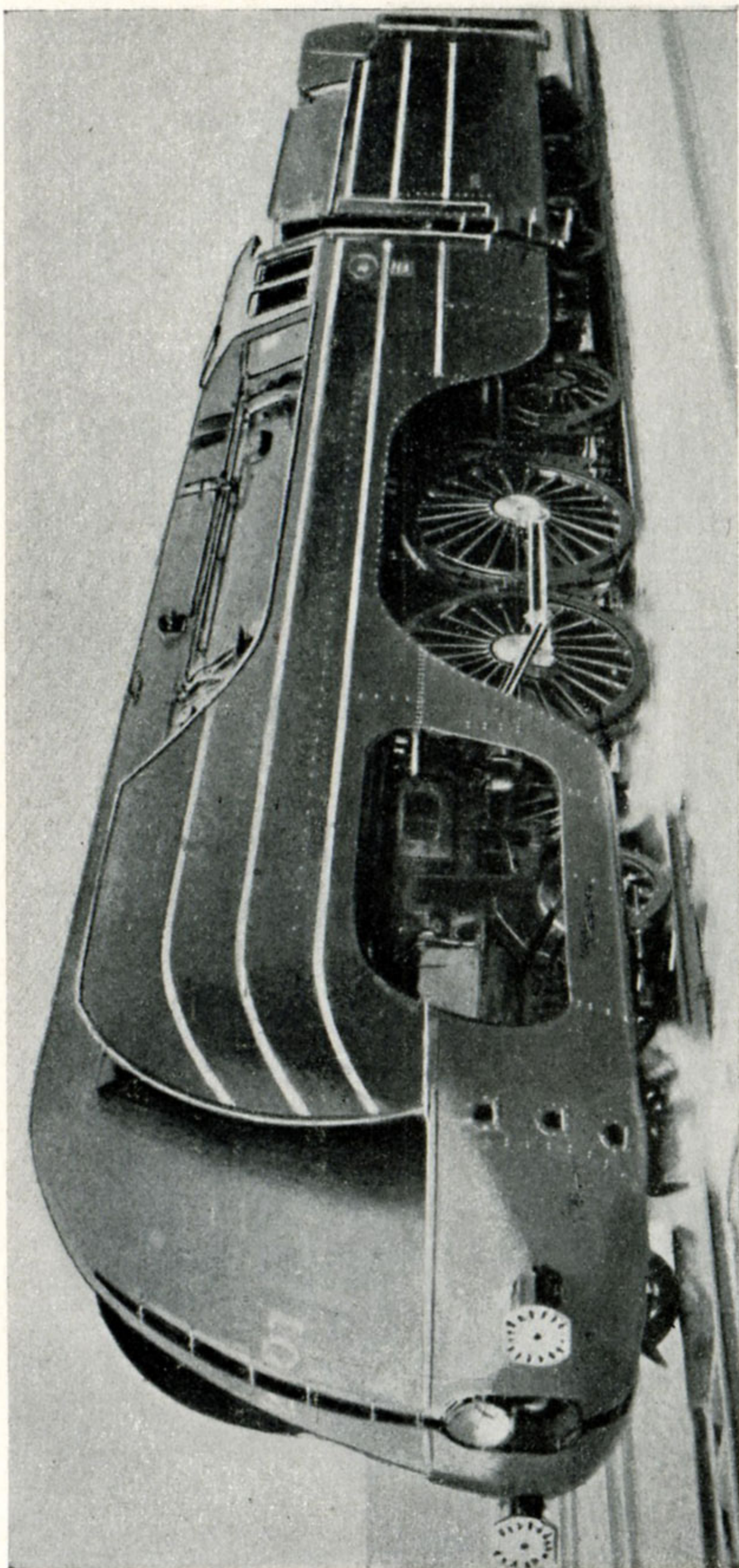
Le tender, dont le poids dépasse souvent 50 tonnes et qui, à vide, pèse encore une vingtaine de tonnes, représente un poids mort considérable à remorquer. Aussi, chaque fois que les approvisionnements peuvent être suffisamment réduits, on supprime le tender et on les fait porter par la machine elle-même. Il en sera ainsi pour les locomotives de manœuvres de gare, pour celles qui font le service d'allège sur les fortes rampes, pour les machines remorquant les trains de banlieue et pour celles qui assurent des services rapides de navette entre des localités rapprochées ; toutes ces locomotives, en effet, ne s'écartent jamais beaucoup des points de ravitaillement.

Dans les locomotives de manœuvre et d'allège roulant lentement et développant un grand effort de traction, le poids supplémentaire représenté par les soutes interviendra utilement pour augmenter l'adhérence. Exemples : locomotives-tenders types 51, 53. Pour les locomotives à voyageurs, au contraire, ce poids supplémentaire représentera souvent un poids mort qu'on se verra obligé de faire supporter par des essieux porteurs ou par des bogies : locomotive-tender type 15.

Il va sans dire que la disposition des soutes devra être telle que les effets des variations de la charge avec l'épuisement des approvisionnements soient réduits au minimum. Dans ce but, on fera en sorte que le centre de gravité de l'eau se trouve sensiblement sur la verticale passant par le centre de gravité de la locomotive. On disposera naturellement les soutes à eau symétriquement par rapport à l'axe longitudinal de la machine et on les fera communiquer entre elles.



Les locomotives-tenders sont généralement disposées pour pouvoir rouler dans les deux sens, ce qui dispense de les virer aux points terminus. Elles présentent l'avantage lorsqu'on désire quand même les virer, de nécessiter des plaques tournantes de moindre diamètre que les locomotives à tender indépendant.



**Fig. 741 — Locomotive pour trains de voyageurs type 12 Atlantic (2—2—1) de 1939.**

Carénage aérodynamique

2 cylindres égaux intérieurs — surchauffe — timbre  $18 \text{ kg/cm}^2$  — grille  $3,70 \text{ m}^2$  — roues motrices  $2,10 \text{ m}$   
poids adhérent  $46 \text{ t}$  — poids total  $89 \text{ t}$  — vitesse maximum  $160 \text{ km/h}$

charge remorquée :  $250 \text{ t}$  à  $150 \text{ km/h}$  en palier  
tender : eau  $24 \text{ m}^3$ , charbon  $8 \text{ t}$ .

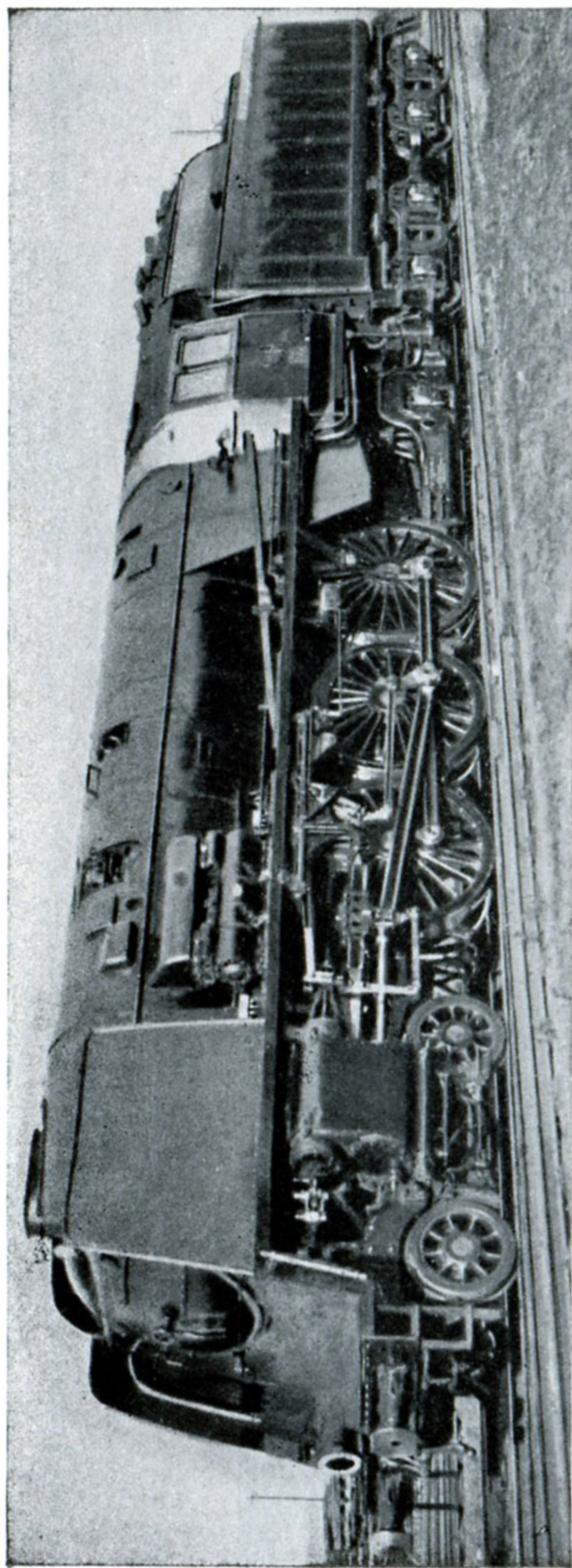


Fig. 742 — Locomotive pour trains de voyageurs type 1 Pacific (2—3—1) de 1935.

4 cylindres égaux — surchauffe — timbre 18 kg/cm<sup>2</sup> — grille 5 m<sup>2</sup> — roues motrices 1,98 m  
poids adhérent 72 t — poids total 126 t — vitesse maximum 140 km/h

charge remorquée : 600 t à 120 km/h en palier

415 t à 40 km/h en rampe de 16 mm/m

tender : eau 38 m<sup>3</sup>, charbon 10,5 t.

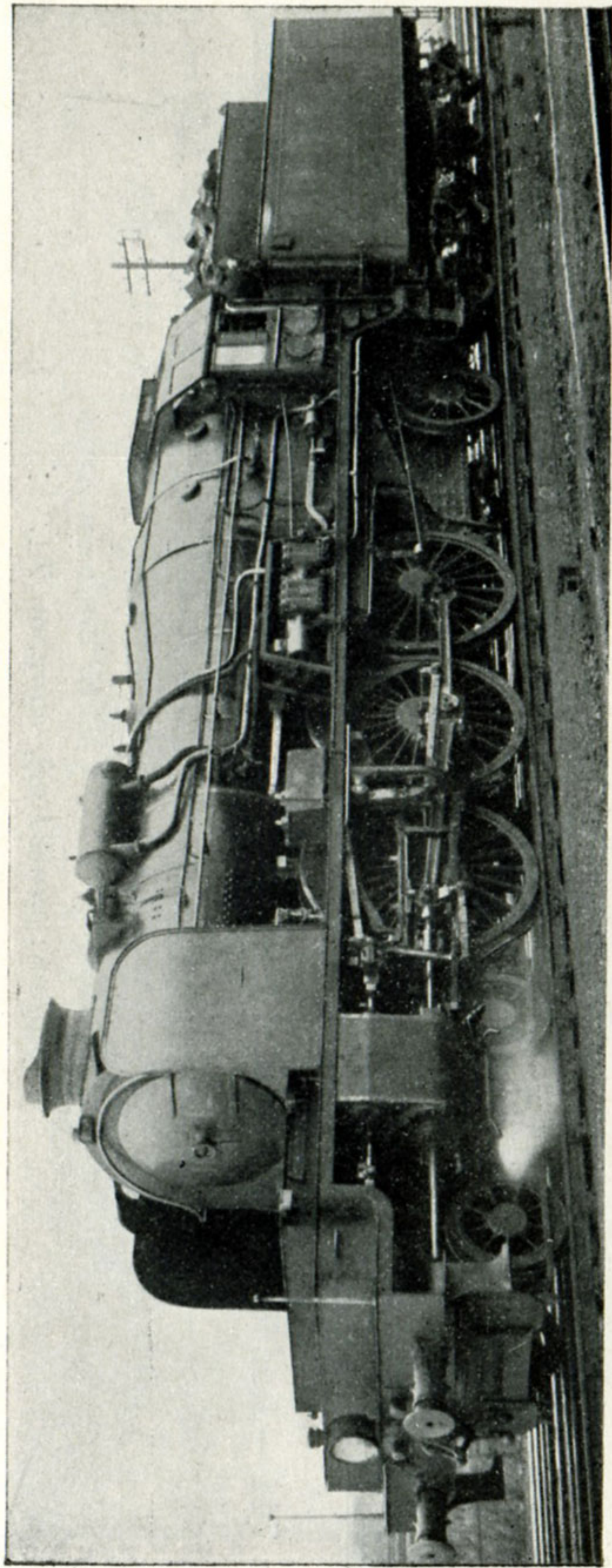


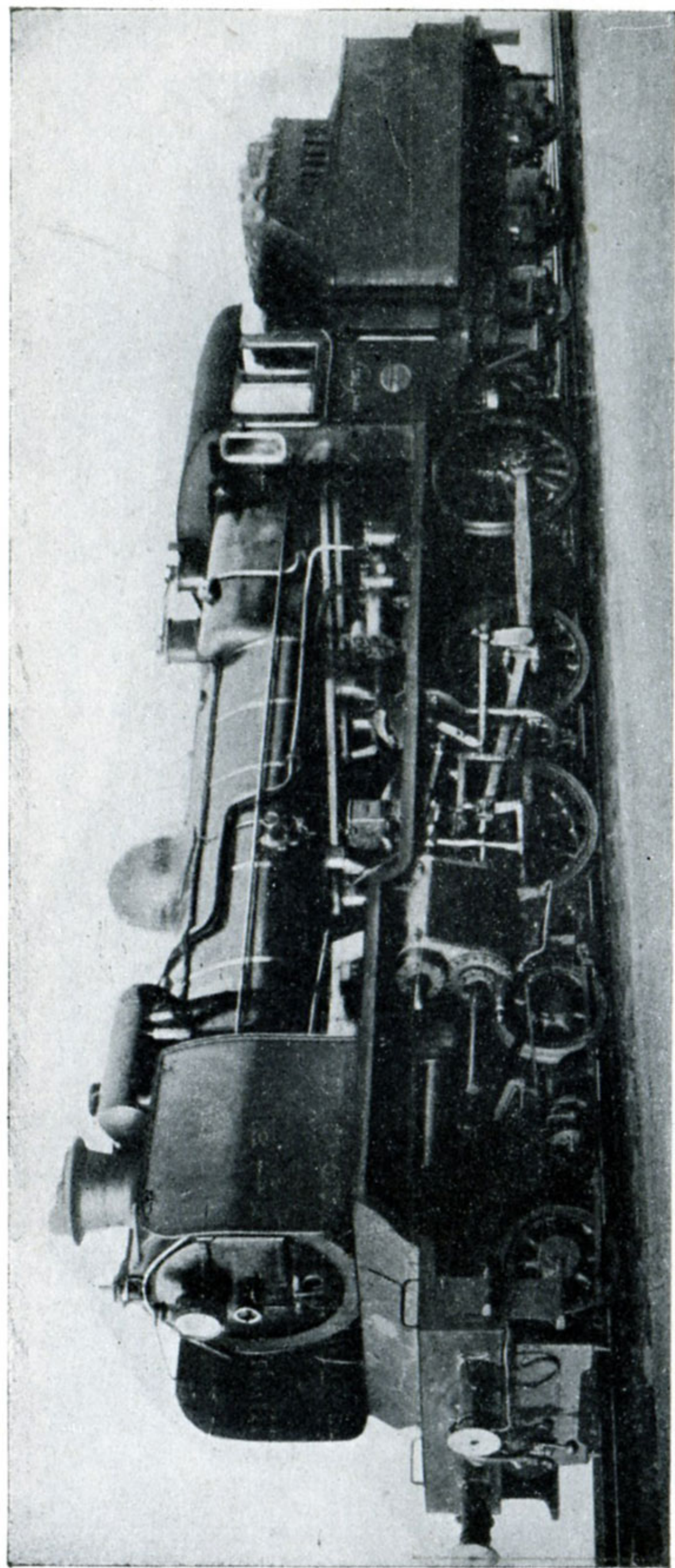
Fig. 743 — Locomotive pour trains de voyageurs type 10 Pacific (2—3—1) de 1909.

4 cylindres égaux — surchauffe —  $14 \text{ kg/cm}^2$  — grille  $5 \text{ m}^2$  — roues motrices  $1,98 \text{ m}$   
poids adhérent  $67,5 \text{ t}$  — poids total  $115 \text{ t}$  — vitesse maximum  $120 \text{ km/h}$

charge remorquée :  $400 \text{ t}$  à  $120 \text{ km/h}$  en palier

$400 \text{ t}$  à  $40 \text{ km/h}$  en rampe de  $16 \text{ mm/m}$

tender : eau  $31 \text{ m}^3$ , charbon  $7 \text{ t}$ .



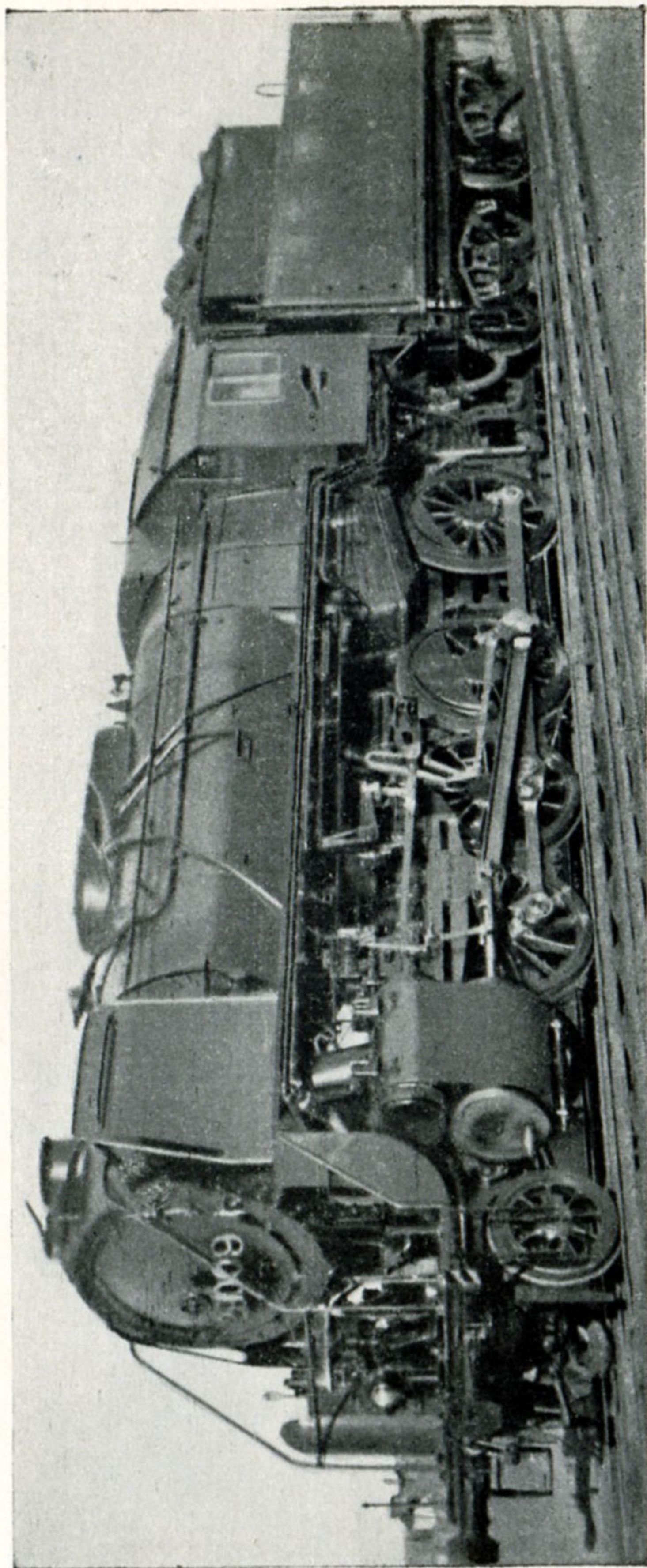
**Fig. 744 — Locomotive pour trains de voyageurs type 7 Ten wheel (2—3—0) de 1919.**

4 cylindres — compound — timbre 16 kg/cm<sup>2</sup> — grille 3,08 m<sup>2</sup> — roues motrices 1,80 m

pois adhérent 59,7 t — poids total 85,2 t — vitesse maximum 110 km/h

charge remorquée : 300 t à 110 km/h en palier

tender : eau 24 m<sup>3</sup>, charbon 7 t.

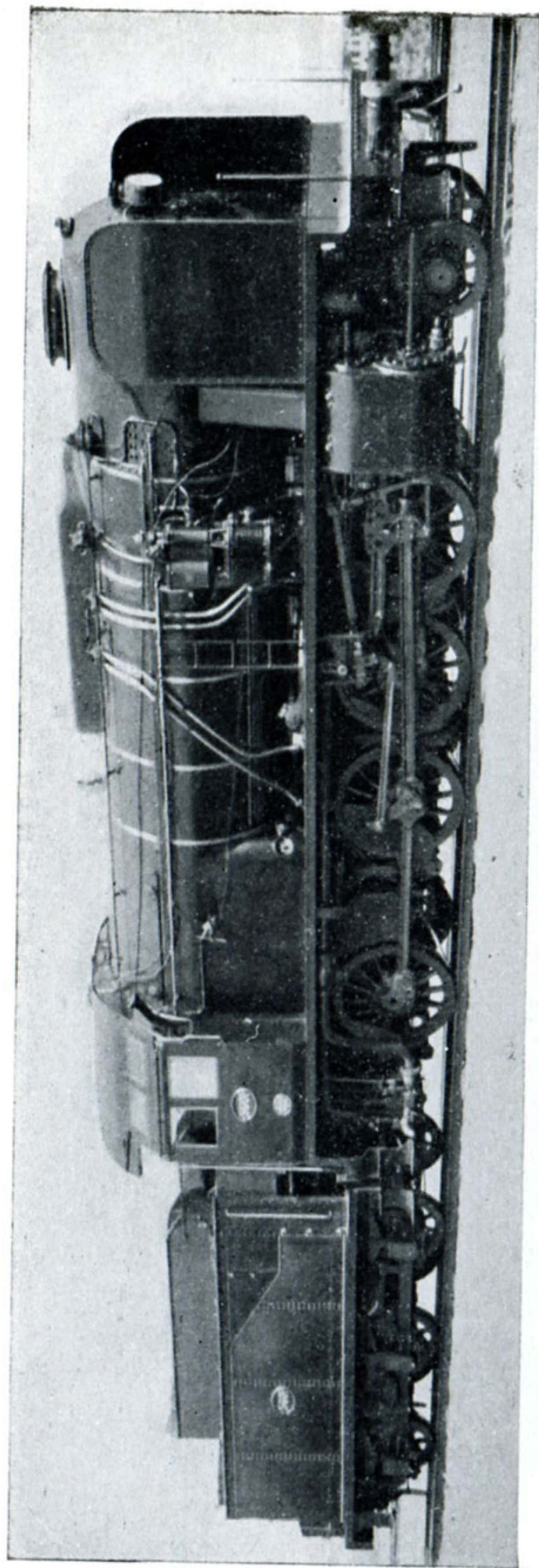


**Fig. 745 — Locomotive mixte type 29 Consolidation (1—4—0) de 1945.**

2 cylindres égaux extérieurs — surchauffe — timbre 15,75 kg/cm<sup>2</sup> — grille 4,40 m<sup>2</sup> — roues motrices 1,52 m  
poids adhérent 77,9 t — poids total 93 t — vitesse maximum 96 km/h

charge remorquée : 600 t à 90 km/h en palier

tender : eau 24,5 m<sup>3</sup>, charbon 10 t.



**Fig. 746 — Locomotive mixte type 5 Mikado (1—4—1) de 1929.**

2 cylindres extérieurs égaux — surchauffe — timbre  $14 \text{ kg/cm}^2$  — grille  $5,50 \text{ m}^2$  — roues motrices  $1,70 \text{ m}$   
poids adhérent  $90,8 \text{ t}$  — poids total  $130,5 \text{ t}$  — vitesse maximum  $100 \text{ km/h}$

charge remorquée :  $600 \text{ t}$  à  $100 \text{ km/h}$  en palier

$540 \text{ t}$  à  $40 \text{ km/h}$  en rampe de  $16 \text{ mm/m}$

tender : eau  $38,5 \text{ m}^3$ , charbon  $10 \text{ t}$ .

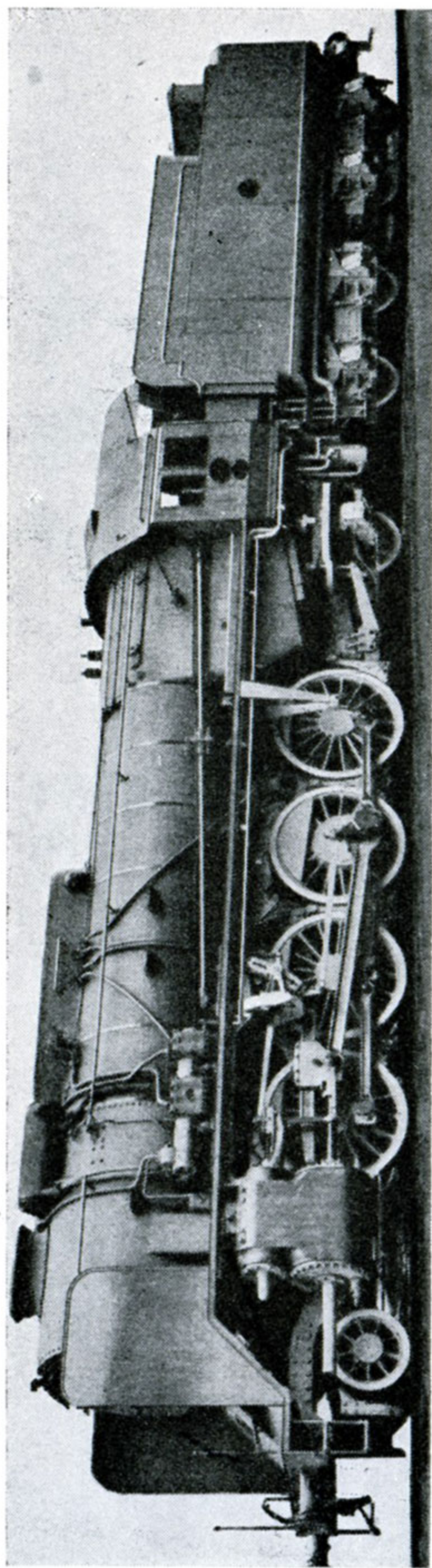


Fig. 746

La photo ci-dessus représente la locomotive type 5 Mikado (1-4-1). — Elle remplace la figure 746 qui représente la locomotive type 35 Consolidation (1-4-0).

---

#### ERRATUM

Page 65, dernière ligne du tableau :

*il y a : 30 kg/cm<sup>2</sup> ... 285° ; il faut : 235°.*



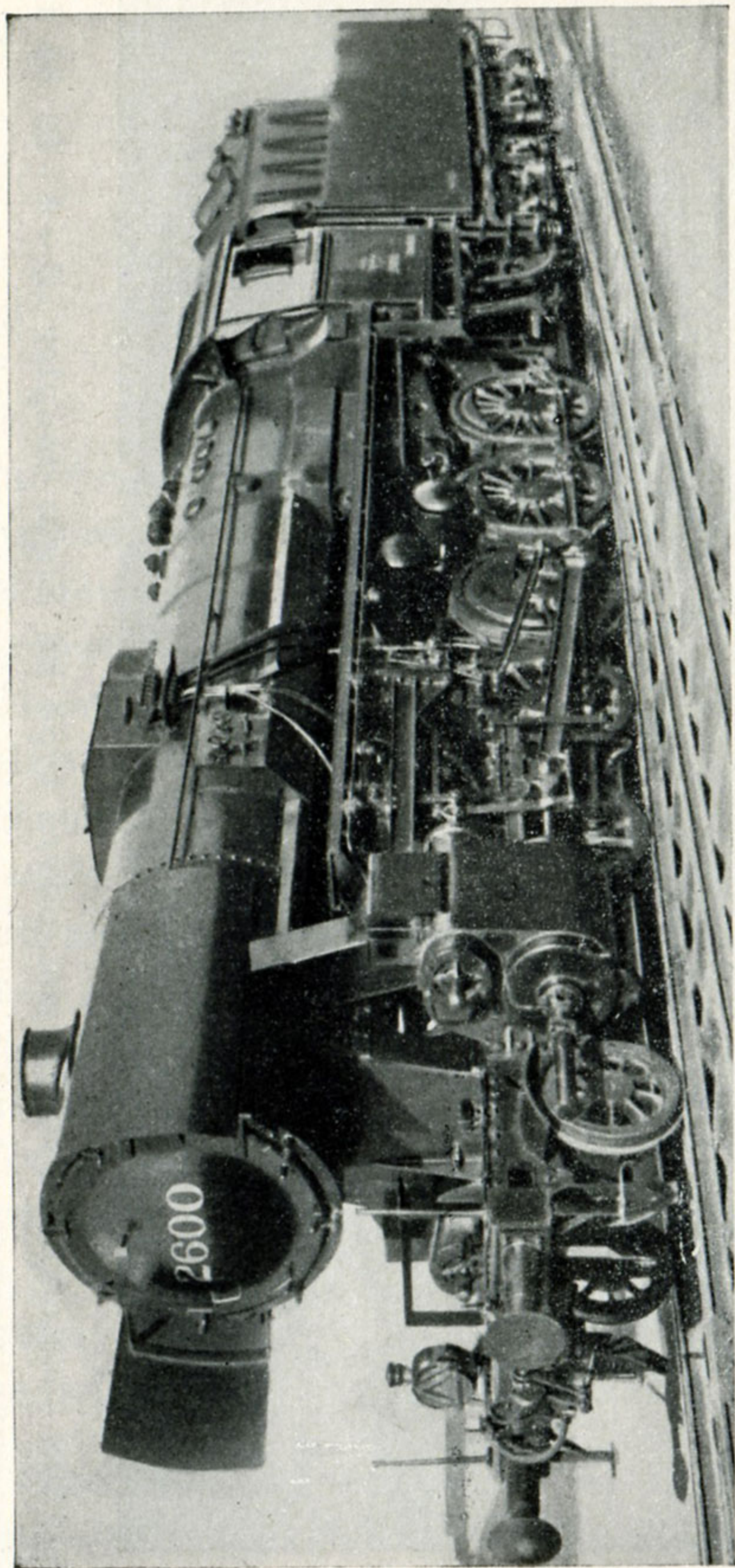


Fig. 747 — Locomotive pour trains de marchandises type 26 Décapod (1—5—0) de 1945.

2 cylindres égaux extérieurs — surchauffe — timbre 16 kg/cm<sup>2</sup> — grille 3,90 m<sup>2</sup> — roues motrices 1,40 m  
poids adhérent 75 t — poids total 86 t — vitesse maximum 80 km/h

charge remorquée: 1.200 t à 70 km/h en palier  
400 t à 40 km/h en rampe de 16 mm/m

tender : eau 32 m<sup>3</sup>, charbon 10 t.

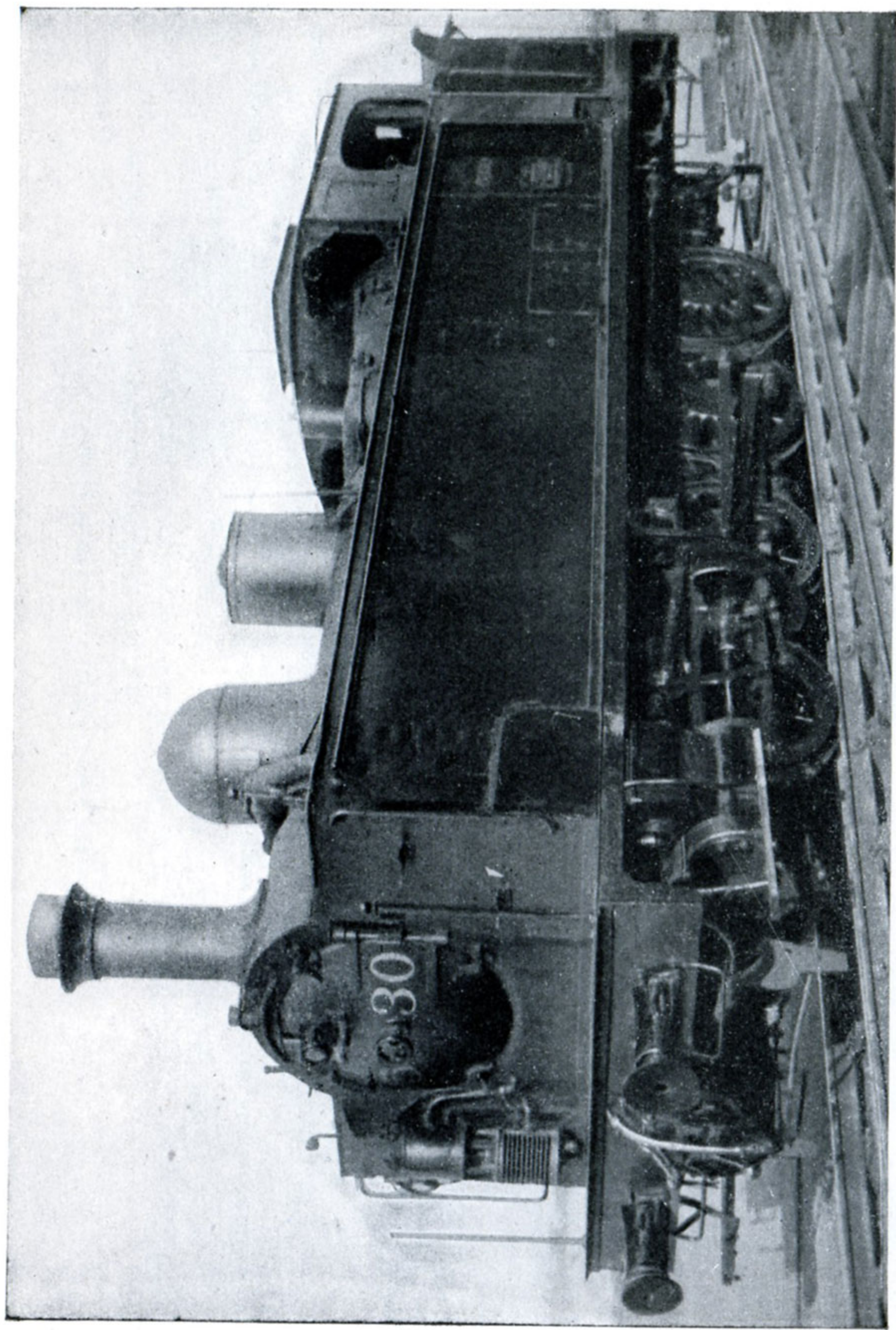


Fig. 748 — Locomotive de manœuvre type 53 Eight coupler (0—4—0) de 1904.

2 cylindres égaux extérieurs — vapeur saturée — timbre 12,5 kg/cm<sup>2</sup> — grille 2,24 m<sup>2</sup> — roues motrices 1,26 m  
poids adhérent 67,3 — poids total 67,3 — vitesse maximum 45 km/h

charge remorquée : 750 t à 45 km/h en palier

500 t à 12 km/h en rampe de 16 mm/m  
soutes : à eau 7 m<sup>3</sup>, à charbon 3 t.

## HUITIÈME PARTIE

### LES FREINS

---

#### CHAPITRE I

### GÉNÉRALITÉS

Pour respecter les indications des signaux, pour conserver une allure modérée sur les pentes, pour obtenir rapidement l'arrêt dans les gares et, enfin, pour éviter les collisions contre les obstacles qui se présenteraient inopinément sur la voie, le machiniste doit avoir à sa disposition un moyen d'enraiment qui doit être d'autant plus puissant que la vitesse est plus grande ou que la charge remorquée est plus lourde.

Jusqu'en 1933, le freinage des trains de marchandises était assuré uniquement par le frein de la locomotive, celui du fourgon et éventuellement par quelques freins isolés, convenablement répartis selon la charge remorquée et le profil de la voie. Entre ces freins, mis en œuvre par des agents *différents*, il n'existait aucune solidarité ; on ne pouvait donc jamais compter qu'ils seraient actionnés *simultanément*. De plus, entre le moment où le machiniste donnait les coups de sifflets réglementaires invitant les agents à serrer leurs freins et celui où les freins étaient serrés, il s'écoulait un temps précieux.

A) *Continuité*. — Depuis 1877, tous les trains de voyageurs et depuis 1933, tous les trains de marchandises sont équipés de freins continus. Cependant, pour l'exposé des généralités, nous considérerons spécialement les trains de voyageurs, parce que l'équipement du frein continu aux trains de marchandises présente certaines particularités que nous signalerons plus loin.

Les freins sont dits *continus*, lorsque les freins de tous les véhicules sont reliés entre eux et mis en action d'un seul point du train (normalement par le machiniste).

b) *Automaticité*. — Les freins sont dits *automatiques* lorsqu'ils s'appliquent d'eux-mêmes en cas d'avarie de nature à compromettre leur fonctionnement (ruptures d'attelages, fuites importantes, etc.).

Il est à peine besoin de souligner la supériorité des freins continus. *L'efficacité* d'un frein est, en effet, d'autant plus grande que son action est plus *énergique* et qu'elle s'exerce *plus rapidement*. Or, étant donné qu'avec les freins continus tous les véhicules composant le train sont freinés, ces freins seront, toutes choses égales, les plus puissants, la puissance d'enraiment pouvant être portée à son maximum. En outre, un seul agent intervenant pour leur mise en œuvre, l'application des freins peut être extrêmement rapide ; les pertes de temps et les aléas des freins discontinus disparaissent.

Ajoutons cependant que la transmission du freinage d'un véhicule à l'autre ne pouvant être instantanée au sens strict du mot, le meilleur système, toutes choses égales, sera celui dans lequel le freinage de tous les véhicules composant le train se fera avec le plus de simultanéité. Les freins dits à *action rapide* ont été étudiés en vue de réduire au minimum le temps qui s'écoule entre le moment où le machiniste actionne la commande du frein et celui où le frein du dernier véhicule s'applique.

c) *Modérabilité*. — On dit qu'un frein est *modérable* lorsque la pression des blocs sur les roues peut être réglée à volonté.

Il y a lieu, de plus, de classer les freins continus en deux catégories, ceux qui sont modérables, tant au serrage qu'au desserrage, tel le frein direct à air comprimé, et ceux qui ne sont modérables qu'au serrage, comme le frein Westinghouse automatique. Ce dernier, en effet, n'est pas modérable au desserrage (\*), une réduction du freinage ne peut être obtenue

---

(\*) Tout au moins dans son application la plus courante.

avec ce système de frein qu'en lâchant complètement les freins et en les serrant à nouveau au degré voulu.

Les freins continus se classent en deux grandes catégories :

1° Les freins à *air comprimé* dans lesquels l'agent moteur est l'air comprimé.

2° Les freins à *vide* dans lesquels c'est la pression atmosphérique qui agit.

Les freins à air comprimé sont d'un usage général en Europe continentale et en Amérique ; les freins à vide sont surtout employés en Angleterre, aux Indes et au Congo belge.

D) *Appareillage*. — Toutes les roues freinées comportent des blocs en fonte suspendus au châssis par des pendules et pressés contre les bandages par un système de tringles et de leviers, dont l'ensemble constitue la timonerie. Celle-ci est commandée par le piston du cylindre de frein.

Les blocs de frein agissent d'un côté seulement ou des deux côtés des roues.

En Belgique, tous les *tenders* sont équipés en outre d'un frein à main à commande à vis. Les *tenders* d'origine allemande sont pourvus d'un frein à main à contrepoids.

Le frein à vis est plus lent que le frein à contrepoids, mais il est plus énergique, car on dispose pour amplifier l'effort musculaire exercé par le chauffeur sur le volant de la vis, du rayon du volant, du pas de la vis et des combinaisons que permettent les leviers calés sur l'arbre de frein.

E) *Cas du calage des roues par excès de freinage*. — L'expérience a démontré que le freinage produit par le frottement d'un bloc de frein pressant sur un bandage est plus énergique si la roue freinée continue à tourner que si elle est calée ; dès que le calage se produit, l'effort retardateur diminue. Il faut donc graduer la pression de telle manière que le calage ne se produise pas.

La pression du bloc sur la roue *avant son calage* pourra être d'autant plus grande que l'adhérence de la roue au rail sera plus grande et partant que la roue sera plus chargée. Le frein

à main d'un tender chargé à son maximum de combustible et d'eau pourra donc être plus énergique que si le même tender est vide de ses approvisionnements.

L'expérience a encore montré que, *pour le même effort*, le calage de la roue freinée se produira plus vite si la roue tourne lentement que si elle tourne vite. Il s'ensuit qu'une roue freinée, non calée alors que le train est encore en vitesse, pourra très bien se caler quand le ralentissement se sera accentué, si la pression du bloc sur le bandage est restée la même. Cette considération fait apparaître l'utilité d'un système de frein dans lequel la pression sur les blocs est grande au début du freinage, lorsque la vitesse est élevée, et va en diminuant ensuite régulièrement jusqu'au taux ordinairement admis (frein rapide Westinghouse à haute pression, employé sur les trains blocs circulant entre Bruxelles et Anvers avant la guerre 1914-1918).

---

## CHAPITRE II

# FREIN A AIR COMPRIMÉ

Le frein à air comprimé est appliqué sous deux formes : le *frein direct* et le *frein automatique*.

Nous commencerons par décrire le *frein Westinghouse automatique*, qui est d'un emploi général en Belgique.

### A. — FREIN AUTOMATIQUE

**1. Description.** — Dégageons d'abord le principe de ce frein.

Le frein Westinghouse est un frein dans lequel l'air comprimé joue le rôle principal. Cet air comprimé, comme la vapeur, cherche constamment à occuper un plus grand volume ; si l'on augmente le volume, la pression de l'air diminue et inversement, si l'on diminue le volume, la pression augmente.

La locomotive porte (fig. 749) une petite pompe à vapeur, appelée *compresseur*, dénommée communément *pompe à air*. Cette pompe aspire l'air à l'extérieur et le refoule, en le comprimant à une pression de 8 kg/cm<sup>2</sup>, dans un réservoir placé aussi sur la locomotive et dénommé *réservoir principal*. Le réservoir principal communique à son tour avec une conduite qui règne sur toute la longueur du train et que l'on nomme pour ce motif *conduite générale*. Enfin, sous chaque véhicule se trouvent installés : un cylindre appelé *cylindre de frein*, un petit réservoir dénommé *réservoir auxiliaire* et un appareil distributeur qui a reçu le nom de *triple valve*.

La communication entre le réservoir principal et la conduite générale se fait en manœuvrant le robinet du mécanicien et en le plaçant dans la position *M* de la figure 749.

De même que la vapeur emmagasinée dans une chaudière s'échappe vers les cylindres quand on ouvre le modérateur,

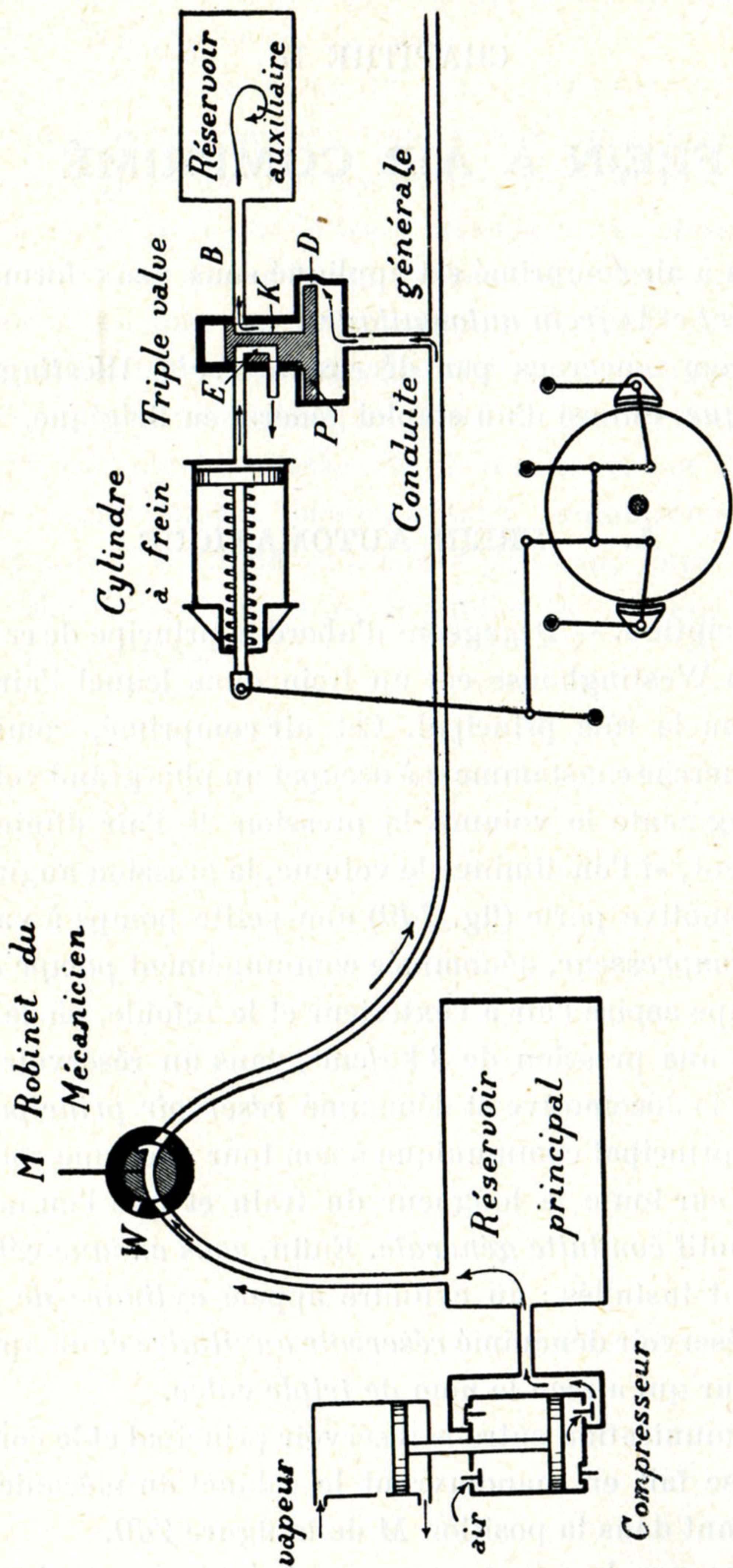


Fig. 749. — Principe du frein Westinghouse. — Freins desserrés.



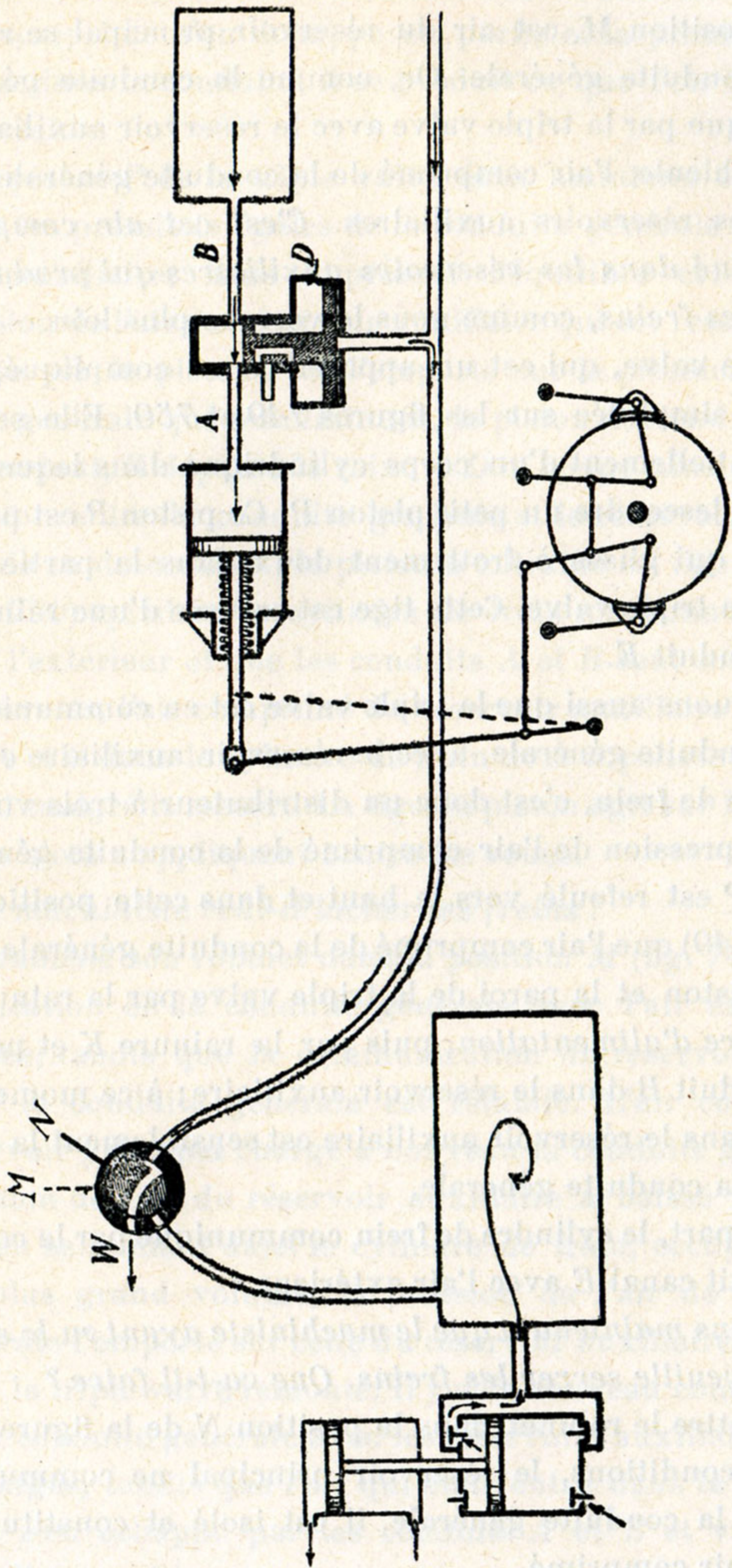


Fig. 750. — Principe du frein Westinghouse. — Freins serrés.

l'air comprimé du réservoir principal cherche à occuper un plus grand volume ; aussi quand on met le robinet du mécanicien dans la position *M*, cet air du réservoir principal se répand dans la conduite générale. Or, comme la conduite générale communique par la triple valve avec le réservoir auxiliaire de chaque véhicule, l'air comprimé de la conduite générale vient remplir les réservoirs auxiliaires. *C'est cet air comprimé, emmagasiné dans les réservoirs auxiliaires qui produira le serrage des freins*, comme nous le verrons plus loin.

La triple valve, qui est un appareil assez compliqué, a été beaucoup simplifiée sur les figures 749 et 750. Elle se compose essentiellement d'un corps cylindrique dans lequel peut monter et descendre un petit piston *P*. Ce piston *P* est pourvu d'une tige qui glisse à frottement doux dans la partie supérieure de la triple valve. Cette tige est creusée d'une rainure *K* et d'un conduit *E*.

Remarquons aussi que la triple valve est en communication avec la conduite générale, avec le réservoir auxiliaire et avec le cylindre de frein, c'est donc un distributeur à trois voies.

Sous la pression de l'air comprimé de la conduite générale, le piston *P* est refoulé vers le haut et dans cette position, on voit (fig. 749) que l'air comprimé de la conduite générale passe entre ce piston et la paroi de la triple valve par la rainure *D*, dite *rainure d'alimentation*, puis par la rainure *K* et pénètre par le conduit *B* dans le réservoir auxiliaire ; à ce moment, la pression dans le réservoir auxiliaire est sensiblement la même que dans la conduite générale.

D'autre part, le cylindre de frein communique par le conduit *A* et le petit canal *E* avec l'air extérieur.

*Supposons maintenant que le machiniste ayant vu le signal à l'arrêt, veuille serrer les freins. Que va-t-il faire ?*

Il va mettre le robinet dans la position *N* de la figure 750 ; dans ces conditions, le réservoir principal ne communique plus avec la conduite générale, il est isolé et constitue une réserve d'air comprimé.

Mais dans cette position *N* du robinet, la conduite générale

communique avec l'air extérieur par l'ouverture *W*, c'est comme s'il se produisait une fuite dans la conduite générale, l'air comprimé s'en échappe en partie et la pression de l'air baisse dans la conduite, il se produit ce que l'on appelle une *dépression*.

Le piston *P* de la triple valve était maintenu en équilibre entre les pressions égales de la conduite générale et du réservoir auxiliaire, mais à présent l'équilibre est rompu, la pression de l'air du réservoir auxiliaire qui est restée la même, presse sur le piston *P* et l'emporte sur la pression de la conduite générale qui est diminuée, le piston descend donc et en descendant, il dépasse la rainure *D* et coupe ainsi la communication entre la conduite générale et le réservoir auxiliaire.

Mais en descendant, le piston a entraîné sa tige et l'on voit (fig. 750) qu'alors le cylindre de frein ne communique plus avec l'extérieur et que les conduits *A* et *B* sont complètement découverts, l'air comprimé du réservoir auxiliaire se précipite par *A* et *B* dans le cylindre de frein dont il pousse le piston en avant malgré le ressort. La tige du piston agit sur la timonerie et les blocs s'appliquent contre les roues.

#### *Le machiniste veut-il lâcher les freins ?*

Il ramène son robinet dans la position *M* (fig. 749), la communication de la conduite générale avec l'air extérieur est coupée, tandis que la communication du réservoir principal avec la conduite générale est rétablie. L'air comprimé du réservoir principal charge à nouveau la conduite générale. La pression de l'air du réservoir auxiliaire a baissé puisque cet air, en se rendant dans le cylindre de frein, occupe à présent un plus grand volume, la pression de l'air de la conduite générale l'emporte sur celle du réservoir auxiliaire et le piston *P* de la triple valve remonte. Il y a de nouveau communication de la conduite générale avec les réservoirs auxiliaires qui sont rechargés, tandis que l'air qui était entré dans le cylindre de frein s'en échappe par les conduits *A* et *E* et va se perdre dans l'atmosphère.

Le piston du cylindre de frein est ramené dans sa première

position par le ressort et, par le jeu de la timonerie, les blocs s'écartent des roues.

*Remarque.* — Pour le matériel à voyageurs, la durée de remplissage du cylindre de frein est de 4 à 6 secondes ; la durée de vidange du cylindre est de 10 à 20 secondes.

**2. Continuité du frein.** — Le frein Westinghouse, dont nous venons d'esquisser le principe, est *continu* parce que la conduite générale, régnant sur toute la longueur du train, réunit tous les freins entre eux, ceux-ci peuvent ainsi être commandés *simultanément* d'un seul point du train.

La conduite générale est constituée de longs tuyaux en acier étiré placés sous les véhicules. La réunion d'un tuyau d'un véhicule à celui du véhicule suivant se fait par des boyaux souples, s'emboîtant avec facilité l'un dans l'autre et réalisant un accouplement étanche (fig. 751).

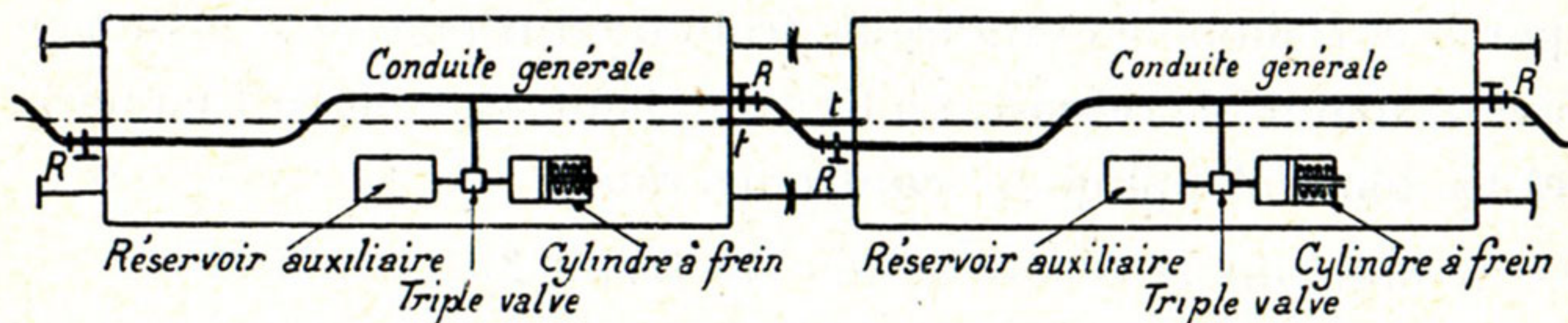


Fig. 751

Le tendeur à vis de l'attelage *t t* ne permettant pas d'établir la conduite générale dans l'axe du véhicule, on la reporte sur le côté, mais symétriquement de part et d'autre de l'axe longitudinal, comme le montre la figure 751 ; de cette manière, l'accouplement se présente toujours dans les mêmes conditions quelle que soit l'orientation de la voiture.

S'il y a une passerelle entre voitures, la conduite générale est dédoublée de part et d'autre de la passerelle.

**3. Robinet d'arrêt.** — A chaque extrémité de la conduite d'un véhicule se trouve un *robinet d'arrêt* *R* qui permet, d'une part, de fermer la conduite en queue de train et, d'autre part, d'isoler un véhicule quelconque pour les remaniements de

composition en cours de route, sans laisser échapper l'air des appareils de frein. Les robinets sont fermés quand leur poignée est parallèle à la conduite et ouverts, quand cette poignée est perpendiculaire à la conduite.

Le robinet d'arrêt est à trois voies et, quand il est fermé, il met l'accouplement en communication avec l'atmosphère par *un trou de vidange*.

La raison d'être essentielle de ce trou de vidange est de faire découvrir immédiatement tout défaut de continuité qui pourrait exister dans la conduite générale du train, par suite de la fermeture d'un robinet d'arrêt.

Dans ce cas, tout l'air de la conduite générale de la partie de la rame *opposée* à ce robinet s'échapperait par le trou de vidange et les freins se serreraient.

L'échappement d'air par le trou de vidange est assez important et, de ce chef, assez bruyant pour faire découvrir rapidement le robinet fermé.

Remarquons que, si l'échappement d'air par le trou de vidange se produisait dans la partie de la rame située du côté de la locomotive, les freins ne pourraient pas se serrer si la soupape d'alimentation était trop puissante et compensait la perte d'air.

Subsidiairement, l'échappement par le trou de vidange évite que les rondelles de joint en caoutchouc soient projetées hors des têtes d'accouplement lors du désaccouplement des boyaux.

Enfin, quand l'ouvrier-manœuvre se dispose à désaccoupler deux véhicules d'un train, il ferme d'abord les deux robinets d'arrêt des deux véhicules voisins ; dans ces conditions, l'accouplement se vide et, lorsque l'ouvrier désaccouple les boyaux, l'opération est plus facile et l'agent ne reçoit pas la décharge d'air comprimé en pleine figure.

Grâce à la continuité, tous les freins du train sont commandés d'un *seul* point du train, normalement par le machiniste et partant sont mis en œuvre *simultanément*.

Le machiniste, qui est le mieux placé pour juger de l'opportunité d'un serrage, applique les freins *sans retard*, la conti-

nuité assure donc le *maximum de rapidité* dans l'application des freins.

Enfin, tous les véhicules des trains de voyageurs étant freinés, *l'effort retardataire peut être porté à son maximum.*

4. **Automaticité du frein.** — En cas de rupture d'attelages, les boyaux souples de freins se tendent et leurs têtes se désaccouplent ; dès lors, la pression baisse instantanément dans la conduite générale et les freins des deux tronçons s'appliquent, le frein Westinghouse est donc un *frein automatique*.

Les freins s'appliqueraient de même en cas de fuite importante à la conduite générale ; bref, chaque fois qu'une défec-tuosité quelconque tendrait à compromettre le fonctionnement du frein.

Il en résulte que, grâce à l'automaticité, un train ne saurait rouler avec un frein en mauvais état, c'est là une garantie précieuse commune aux freins automatiques.

Une obstruction accidentelle de la conduite générale, avant le départ, serait révélée par l'essai du frein. Les règlements prescrivent, en effet, que l'on procède à un « essai de continuité » chaque fois que la conduite générale du train a été interrompue ou que des véhicules ont été ajoutés *en queue*, l'essai de continuité donnant seul la certitude que les robinets d'arrêt ont bien été tous réouverts.

*Une fuite à un cylindre de frein* ne peut qu'empêcher ou retarder le serrage du frein de *ce* véhicule, elle ne nuit pas au fonctionnement du frein dans son ensemble ; tous les autres freins restent en état de servir.

Cette propriété, particulière aux freins automatiques, est d'une grande importance.

Son automaticité, le frein Westinghouse la tient de la présence du réservoir auxiliaire sous *chaque* véhicule. En effet, une rupture d'attelage peut se produire en un point *quelconque* du train, la partie séparée de la locomotive ne comprendrait-elle que le dernier véhicule, qu'elle posséderait quand même son réservoir d'énergie, le réservoir auxiliaire, dont l'air comprimé provoquerait le serrage des freins.

S'il n'y avait pas de réservoir auxiliaire, c'est-à-dire si la source d'énergie nécessaire au freinage se bornait au réservoir principal de la locomotive, la partie scindée, séparée de la locomotive, se trouverait privée de tout moyen de freinage, c'était le cas de l'ancien frein Westinghouse direct (non automatique).

**5. Appareils avertisseurs ou signaux d'alarme.** — Pour prévenir les tentatives criminelles, les administrations de chemins de fer ont reconnu l'utilité de mettre à la disposition des voyageurs un moyen d'arrêter les trains en cas de nécessité absolue.

Les freins continus permettent de réaliser aisément cet objectif. En effet, la conduite générale régnant sur toute la longueur du train, il suffit de mettre à la portée du voyageur une poignée (signal d'alarme) dont le déplacement provoquera une issue à l'air comprimé de la conduite générale de la voiture qu'il occupe *pour obtenir l'arrêt du train*.

En outre, il suffit de faire échapper cet air au travers d'un sifflet, monté extérieurement sur la voiture pour réaliser *un signal avertisseur*, d'où repérage facile du voyageur qui a actionné le signal.

L'appareil Westinghouse est construit comme suit (fig. 752): chaque voiture est munie d'une boîte à sifflet *A*, placée à l'extrémité du toit et reliée à la conduite générale du frein par le tuyau de branchement *B*. Cette boîte à sifflet contient une soupape *r*.

Au-dessus de chaque compartiment se trouve une boîte-guide *D*, pourvue d'une poignée d'appel faisant saillie à l'intérieur du compartiment, de façon à pouvoir être atteinte facilement par les voyageurs.

Toutes les boîtes-guides d'une voiture sont reliées à la fois entre elles et à la boîte à sifflet par un tube contenant un câble métallique *C*. Le câble repose sur des poulies, il est fixé par une de ses extrémités au levier de commande *l* de la soupape *r* et, par l'autre, au tendeur *T* de la boîte-guide extrême.

L'extrémité supérieure de la poignée d'appel est pourvue d'une poulie jouant sur le câble.

La soupape *r* du sifflet est normalement fermée, mais si un voyageur tire la poignée d'appel d'un compartiment quel-

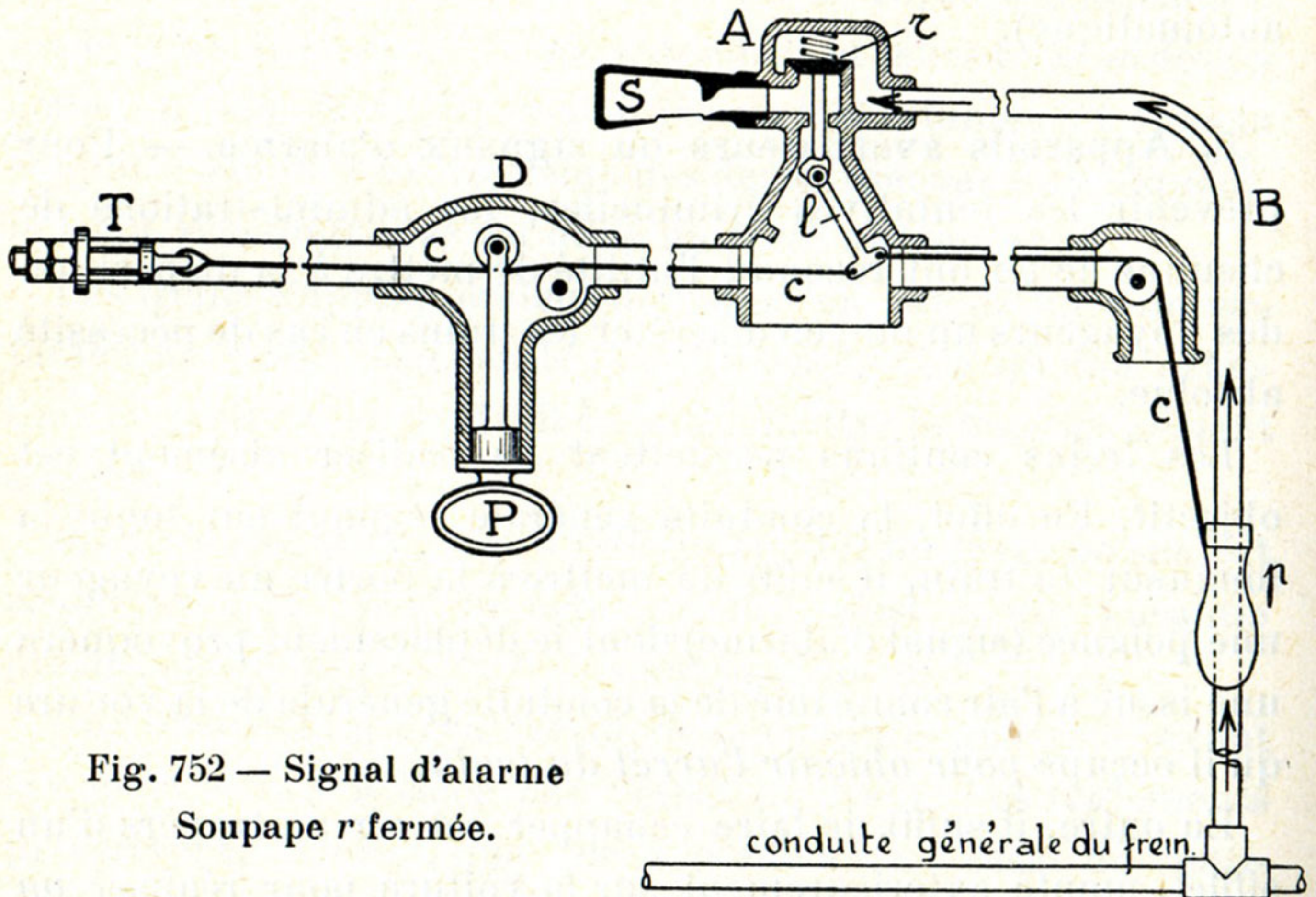


Fig. 752 — Signal d'alarme  
Soupape *r* fermée.

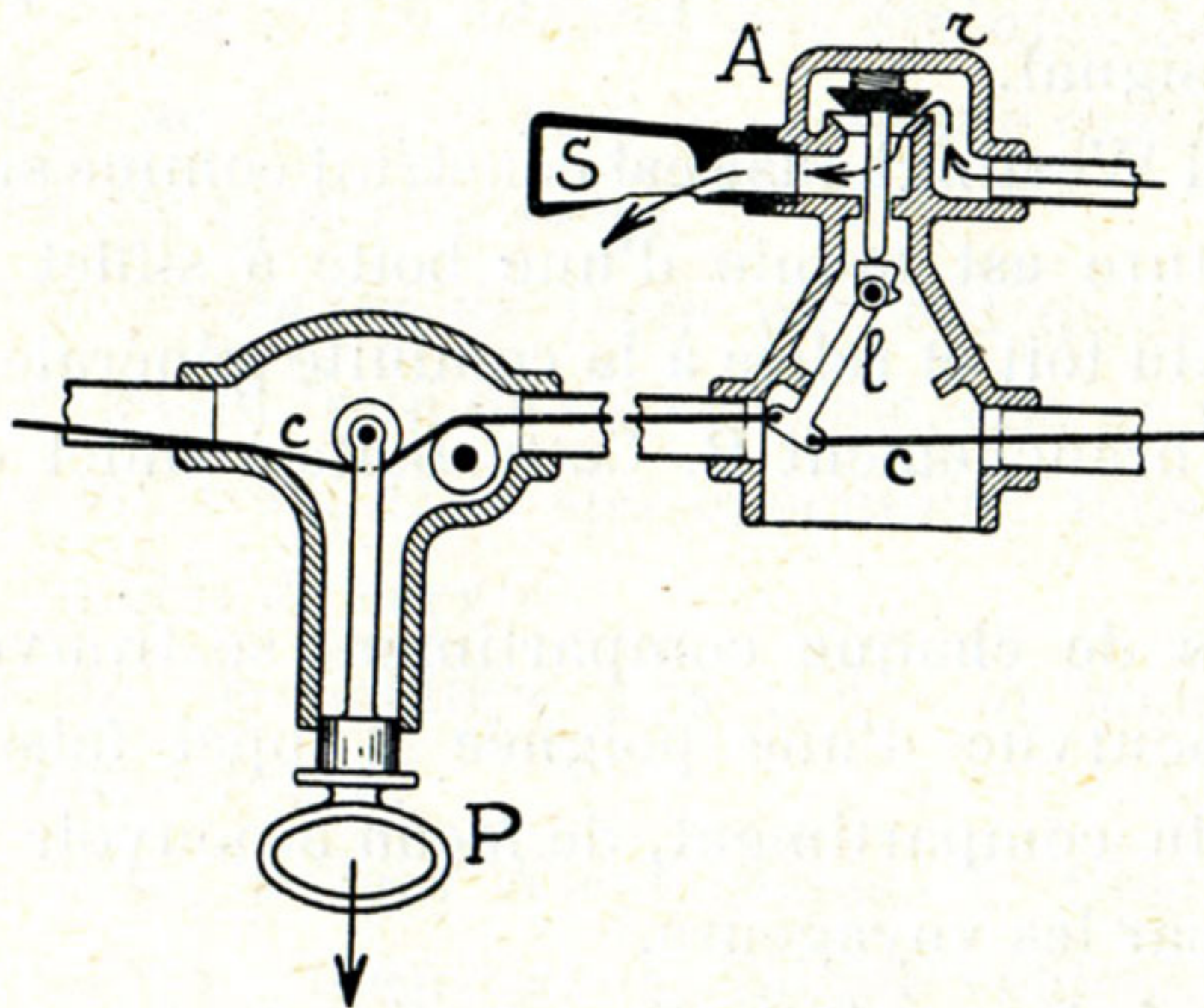


Fig. 753. — Soupape *r* ouverte.

conque (fig. 753), il entraîne le câble *c* qui ouvre la soupape, l'air comprimé de la conduite générale venant par le tuyau *B* s'échappe par le sifflet *S* qui retentit.



En même temps, les freins s'appliquent automatiquement par la réduction de pression produite dans la conduite générale.

Le but du sifflet est de faciliter la reconnaissance *de la voiture de laquelle l'appel est parti* ; sans ce sifflet, la recherche serait difficile, surtout la nuit.

Comme, d'autre part, la poignée d'appel ne peut être remise en place que par un agent agissant de *l'extérieur*, la position de la poignée d'appel désigne *le compartiment dont l'appareil a été actionné*.

Le sifflet se fait entendre aussi longtemps qu'il y a de l'air dans la conduite générale, à moins que le garde du train ne vienne refermer la soupape. Pour fermer la soupape, le garde tire la poignée extérieure *p* qui glisse sur le tuyau de branchement *B* ; cette poignée tire sur le câble *C* qui ramène d'abord le levier de commande *l* de la soupape dans sa position primitive et qui, ensuite, en se tendant, remonte la poignée d'appel *P* à sa place dans la boîte-guide.

6. « **Robinet de mécanicien** » ordinaire. — Il pourrait sembler superflu de décrire ce robinet, que l'on ne rencontre plus guère, mais dans une étude aussi compliquée que celle du frein

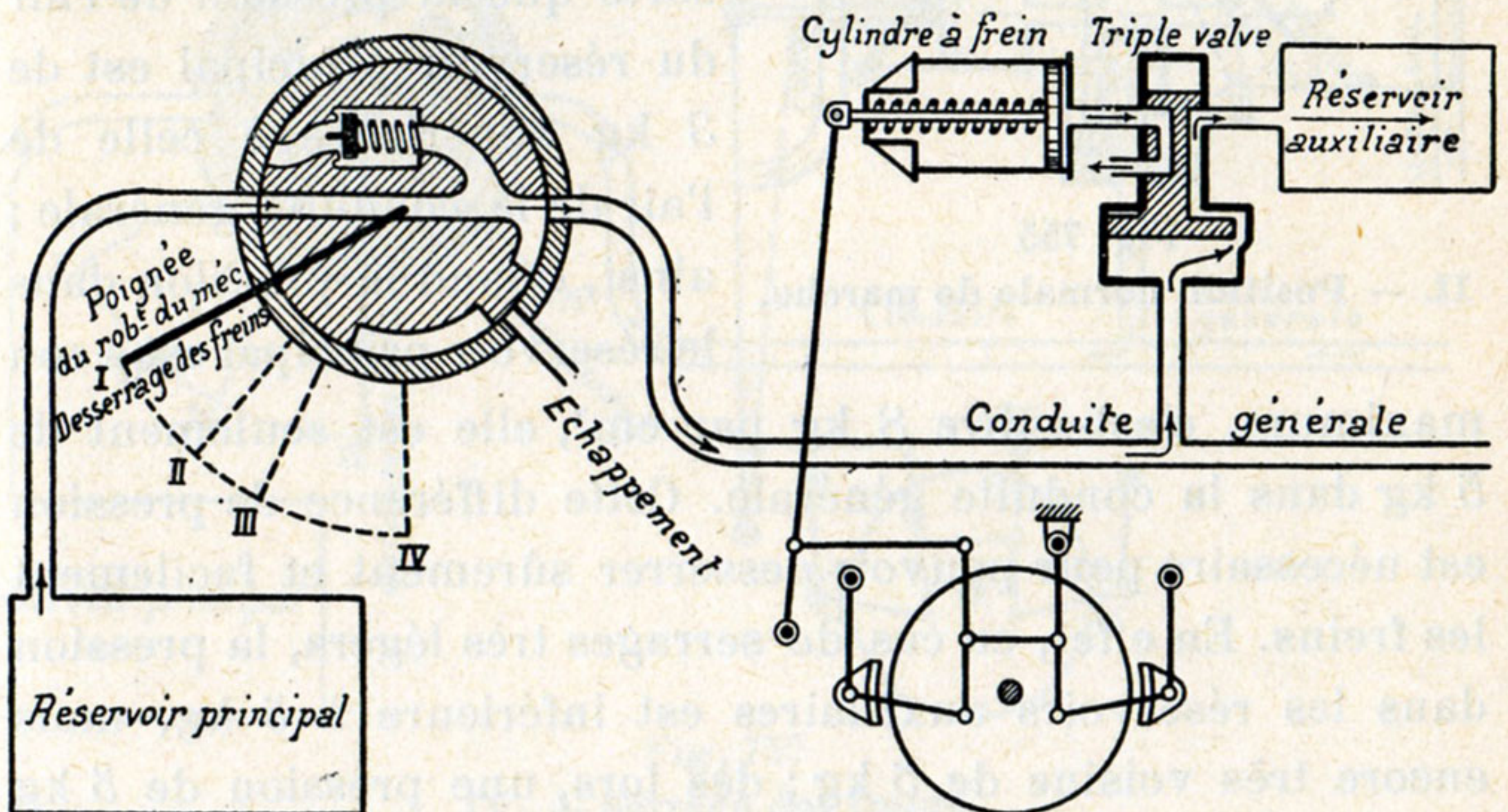


Fig. 754

I. — Position de desserrage des freins.

Westinghouse, il convient d'aller du simple au composé ; or, la conception particulièrement simple du robinet *ordinaire*

facilite considérablement l'étude du robinet du mécanicien à *décharge égalisatrice*, d'emploi actuellement général. Nous nous en tiendrons encore à des figures schématiques.

Le *robinet du mécanicien* sert à charger les réservoirs auxiliaires, à serrer ou à desserrer les freins. Il est installé à portée de la main du machiniste, entre le réservoir principal et la conduite générale (fig. 749 et 750).

La poignée de ce robinet peut occuper quatre positions principales :

Dans la première position (fig. 754), le réservoir principal communique directement avec la conduite générale ; l'air comprimé, qui remplit la conduite, soulève les pistons des triples valves des véhicules et, par conséquent, les freins se desserrent.

Dans la deuxième position ou position normale de marche (fig. 755), l'air du réservoir principal ne peut plus passer à la

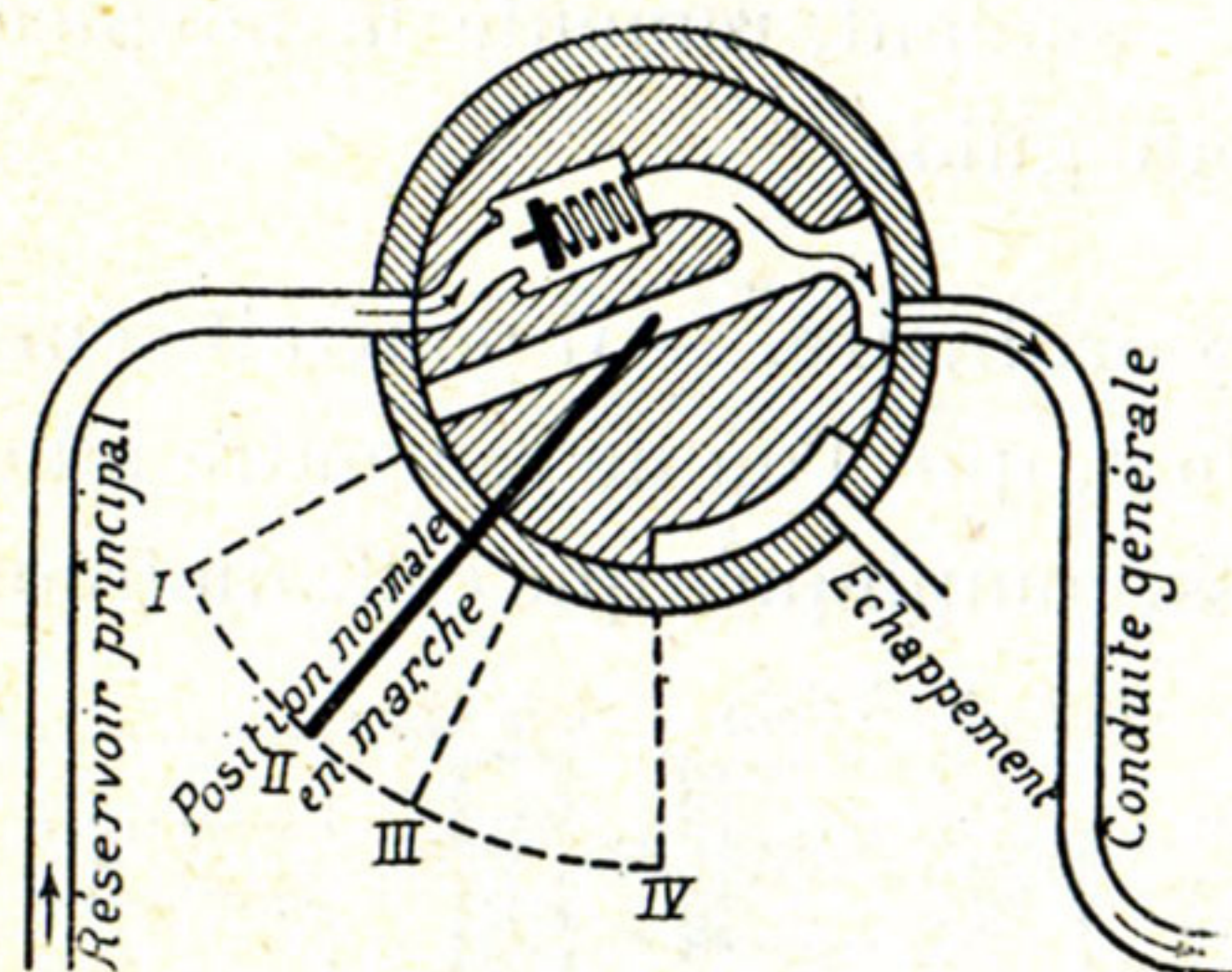


Fig. 755

II. — Position normale de marche.

conduite générale qu'en soulevant une petite soupape (*valve d'alimentation*), dont le ressort correspond à une pression de 3 kg environ, de sorte que la pression de l'air du réservoir principal est de 3 kg supérieure à celle de l'air de la conduite générale ; ainsi, quand la pression dans le réservoir principal est à son

maximum, c'est-à-dire 8 kg par  $\text{cm}^2$ , elle est seulement de 5 kg dans la conduite générale. Cette différence de pression est nécessaire pour pouvoir desserrer sûrement et facilement les freins. En effet, en cas de serrages très légers, la pression dans les réservoirs auxiliaires est inférieure à 5 kg, mais encore très voisine de 5 kg ; dès lors, une pression de 5 kg dans la conduite générale pourrait ne pas être assez forte pour faire remonter les pistons des triples valves.

La valve d'alimentation a encore *un deuxième but* : c'est de compenser les fuites *légères* qui se produisent inévitablement

dans la conduite générale et qui, sans cela, finiraient par amener le serrage des freins.

*Troisième position ou position neutre* (fig. 756). Dès qu'on dépasse la deuxième position, toute communication entre le réservoir principal et la conduite générale est coupée, c'est la position d'isolement ou position neutre.

*Dans la quatrième position ou position de serrage* (fig. 757), la conduite générale est mise en communication avec une ouverture *M* qui débouche à l'air libre, l'air comprimé s'échappe de la conduite et les freins se serrent.

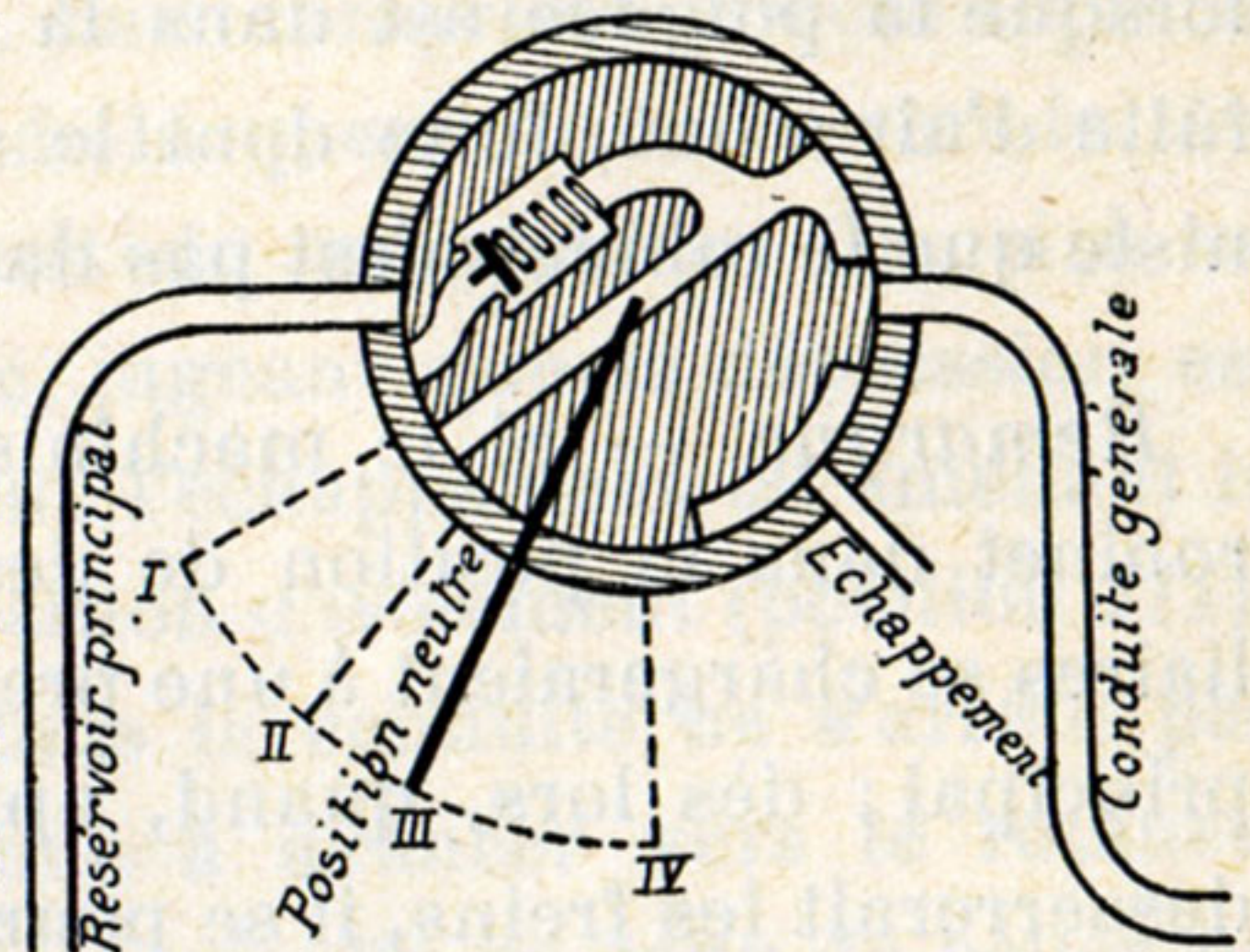


Fig. 756

III. — Position neutre ou d'isolement.

Quand les freins sont serrés au degré voulu, soit pour un ralentissement, soit pour un arrêt, le machiniste ramène la poignée du robinet dans la position d'isolement, position *III*, il l'y maintient jusqu'au

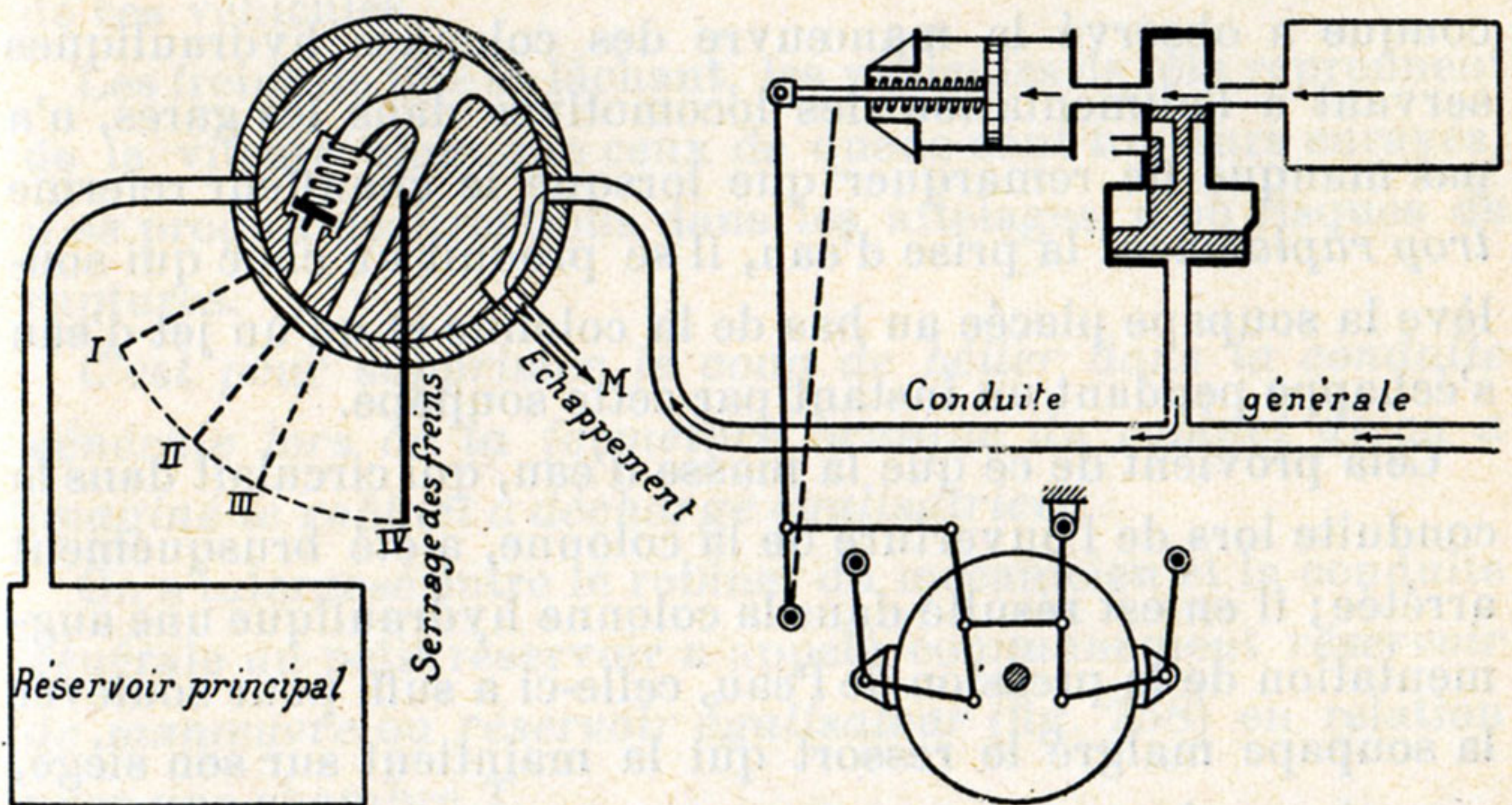


Fig. 757

IV. — Serrage des freins.

moment du desserrage ou jusqu'au moment où il veut serrer les freins avec plus de force encore.

*Pour desserrer les freins*, le machiniste remet la poignée

dans la première position, mais il ne la laisse dans cette position que le temps nécessaire au desserrage des freins, il la ramène ensuite dans la deuxième position, qui est la position normale en marche. Du reste, pour rappeler au machiniste qu'il doit agir ainsi, le robinet est construit de telle manière que, lorsque la poignée est dans la première position, une légère fuite d'air a lieu, fuite dont le sifflement rappelle au machiniste que le robinet n'est pas dans la position normale.

*Remarque.* — Si le machiniste laissait *trop longtemps* le robinet dans la position de desserrage, les réservoirs auxiliaires se chargeraient à une pression égale à celle du réservoir principal ; dès lors, quand, après un serrage, le machiniste desserrerait les freins, il se pourrait que la pression des réservoirs auxiliaires soit plus élevée que celle de la conduite générale et s'oppose au relèvement des pistons des triples valves, les freins resteraient serrés et partant le desserrage ne pourrait plus se faire au moyen du robinet du mécanicien.

**7. Robinet du mécanicien à décharge égalisatrice.** — Qui-conque a observé la manœuvre des colonnes hydrauliques servant à l'alimentation des locomotives dans les gares, n'a pas manqué de remarquer que lorsque le chauffeur referme *trop rapidement* la prise d'eau, il se produit un choc qui soulève la soupape placée au bas de la colonne et qu'un jet d'eau s'échappe pendant un instant par cette soupape.

Cela provient de ce que la masse d'eau, qui circulait dans la conduite lors de l'ouverture de la colonne, a été brusquement arrêtée ; il en est résulté dans la colonne hydraulique une augmentation de la pression de l'eau, celle-ci a suffi pour soulever la soupape malgré le ressort qui la maintient sur son siège, ressort que la pression normale de l'eau ne pouvait vaincre.

A défaut de cette soupape, la colonne aurait pu se briser sous le choc.

Cette augmentation de pression, ce « coup de bélier », peut se produire de la même manière dans la conduite générale du frein à air comprimé. En effet, nous avons vu que pour serrer

les freins, le machiniste produisait une dépression dans la conduite générale, c'est-à-dire qu'il laissait échapper une partie de l'air comprimé de la conduite générale par le robinet du mécanicien (fig. 750 et 757).

Quand la poignée du robinet est dans la position de serrage (position *IV*, fig. 757), l'air comprimé circule dans la conduite générale en allant de la queue du train vers la tête où il s'échappe par le robinet du mécanicien. Or, si à un moment donné, le machiniste, jugeant que la dépression est suffisante, arrête brusquement l'échappement en amenant la poignée du robinet dans la position d'isolement (position *III*), l'air comprimé qui circule dans la conduite ne s'arrête pas instantanément, mais continue à avancer vers le robinet. Comme celui-ci est fermé, il en résulte un coup de bélier en tête de la conduite générale, la pression de l'air comprimé augmente en cet endroit et peut même, pour certains véhicules de tête, dépasser la pression de l'air comprimé contenu dans les réservoirs auxiliaires, ce qui (nous l'avons vu page 641) fait remonter les pistons des triples valves et desserrer les freins de ces véhicules.

Les freins de tête se lâchant, les véhicules de tête reprennent de la vitesse alors que ceux de queue sont toujours enrayés, il se produit des tractions dans les attelages, d'où risques de ruptures.

*C'est pour supprimer le coup de bélier dans la conduite générale lors de la fermeture brusque du robinet qu'on a imaginé le robinet à décharge égalisatrice.*

On a interposé entre le robinet du mécanicien et la conduite générale un petit réservoir *u* appelé communément *réservoir de manœuvre* ou *réservoir égalisateur* (fig. 758) en relation avec une chambre *T*.

Dans cette chambre *T* se déplace un piston *p* dont la tige peut fermer l'orifice *o*. La conduite générale communique avec la partie inférieure de cette chambre par le conduit *t*, tandis que la partie supérieure est reliée par *c* au robinet du mécanicien.

Quand la pression de la conduite générale est égale à celle qui règne dans le réservoir de manœuvre *u*, le piston *égalisateur* *p* est en équilibre de pression sur ses deux faces et en vertu de son poids seul, il descend jusqu'à ce que l'extrémité de sa tige vienne fermer l'orifice d'échappement *o*.

Cela posé, la poignée du robinet à décharge égalisatrice peut occuper cinq positions principales parmi lesquelles nous retrouvons les quatre positions du robinet ordinaire.

*La première position est celle du chargement de la conduite générale et du desserrage des freins (fig. 758).*

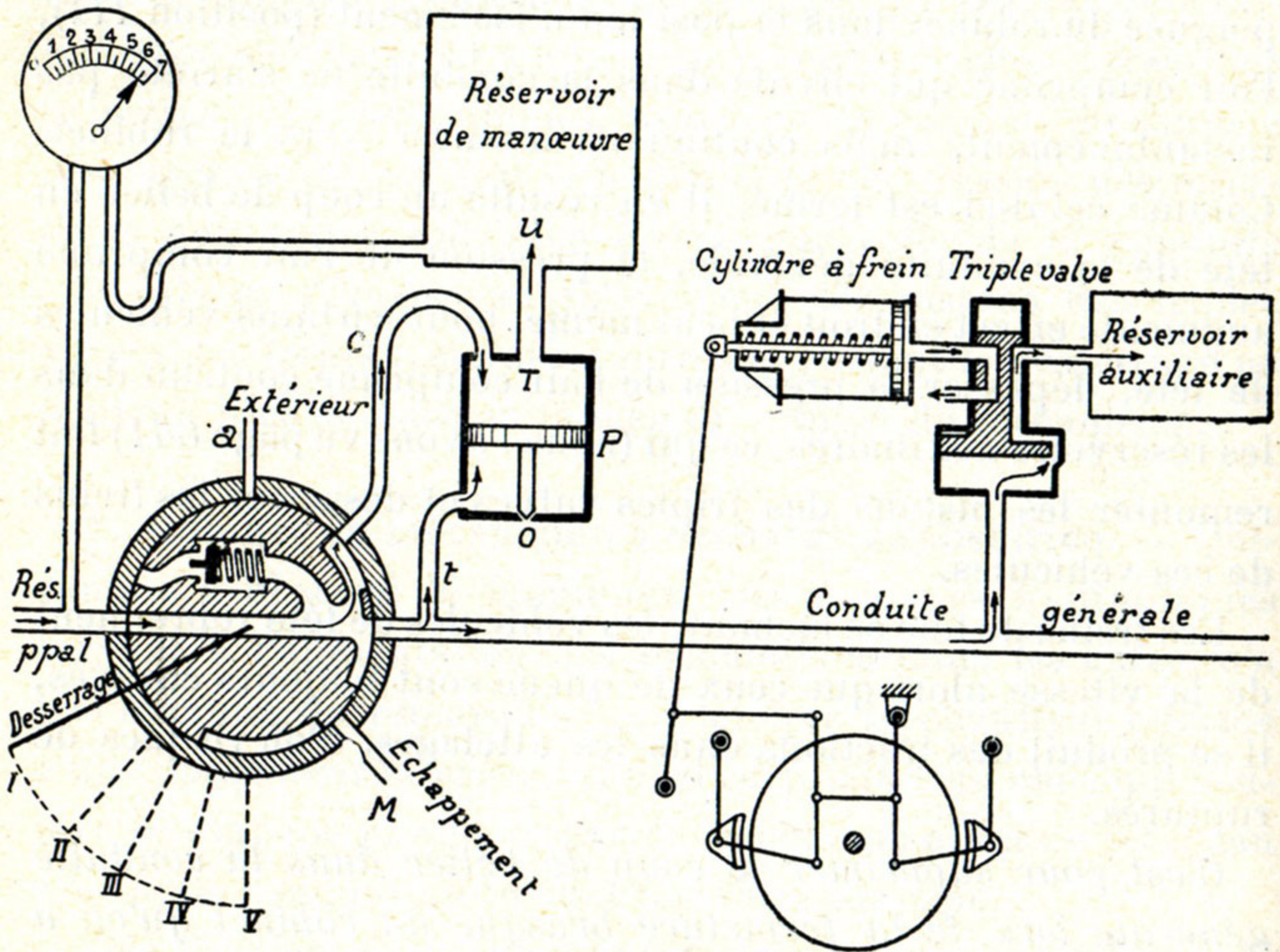


Fig. 758

I. — Position de desserrage des freins et d'alimentation des réservoirs auxiliaires.

Quand la poignée est dans cette position, l'air comprimé du réservoir principal entre dans le robinet du mécanicien et, comme le montrent les flèches, passe directement dans la conduite générale. Du même coup, il pénètre sous le piston égalisateur *p* par le tuyau *t*; en même temps, par le conduit *c*, cet air entre dans la chambre *T* et par là, vient remplir le réservoir de manœuvre.

Le piston égalisateur, pressé également sur ses deux faces, descend et sa tige ferme l'orifice *o*.

La deuxième position est la position normale de marche (fig. 759).

■ Dans cette position de la poignée, l'air du réservoir principal est obligé, pour pénétrer dans la conduite générale, de passer, tout comme dans le robinet ordinaire, par un conduit muni d'une soupape (valve d'alimentation) pressée sur son siège par un ressort qui maintient une différence de pression de 3 kg par  $\text{cm}^2$  entre la pression de l'air comprimé du réservoir principal et celle de la conduite générale.

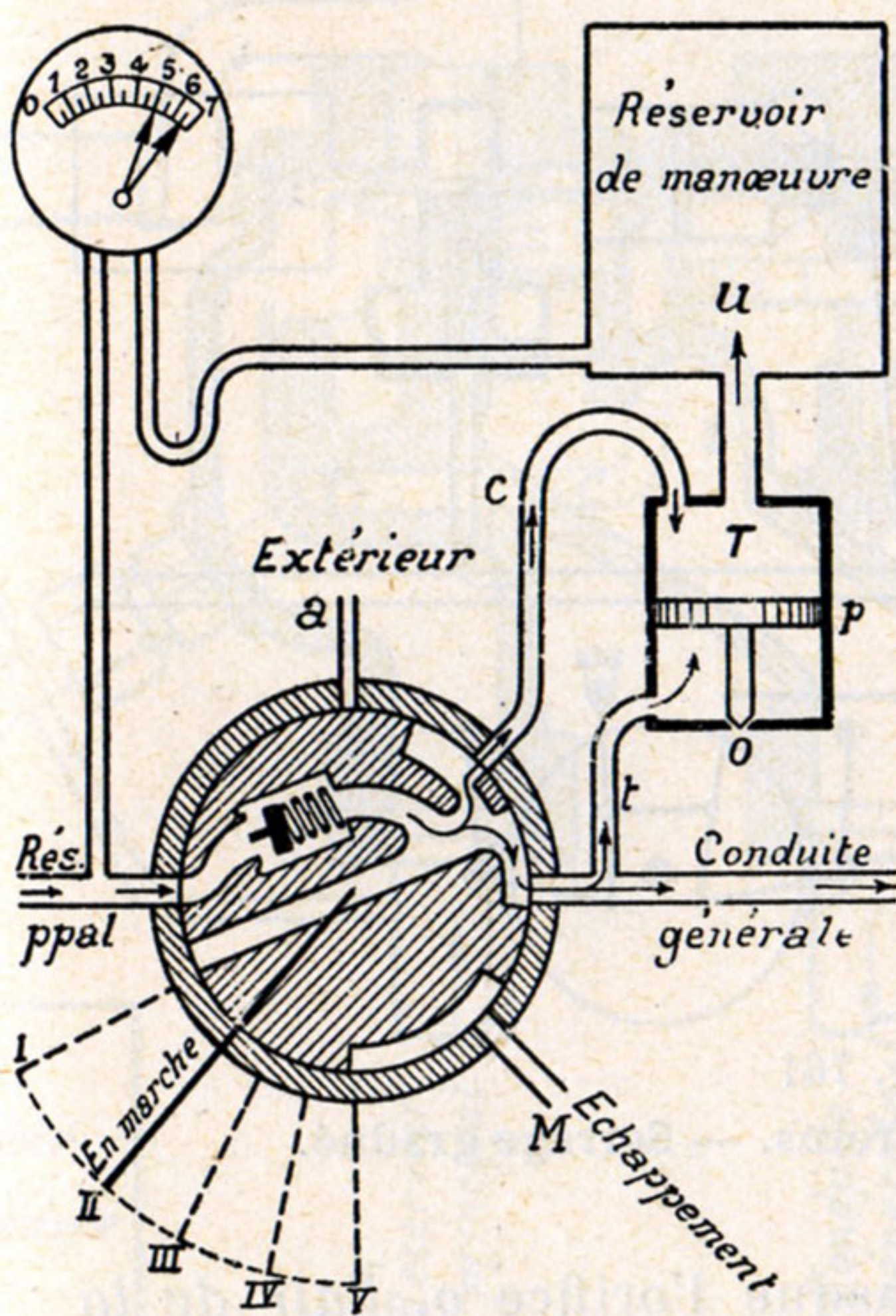


Fig. 759

II. — Position normale de marche.

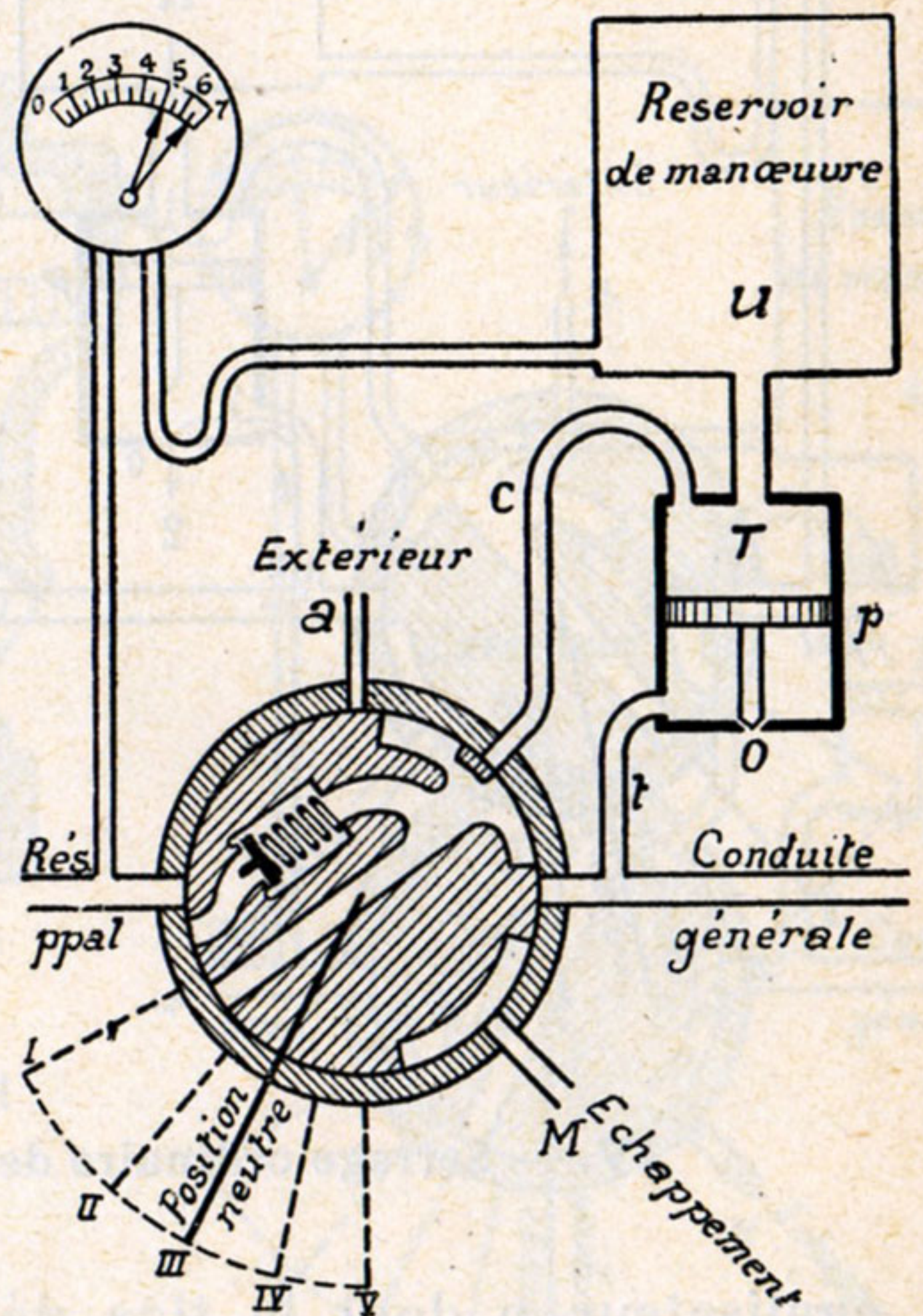


Fig. 760

III. — Position neutre ou d'isolement.

Dans cette deuxième position, la chambre *T* reste en communication avec la conduite générale par le robinet du mécanicien, le piston égalisateur est toujours en équilibre de pression sur ses deux faces.

La troisième position ou position neutre (fig. 760). A ce moment, toutes les communications sont coupées.

La quatrième position sert pour les serrages modérés (serrages ordinaires) (fig. 761).

Comme le montre la figure 761, elle met en communication la chambre *T* avec l'extérieur par l'ouverture *a* ; par ce fait, l'air du réservoir de manœuvre *u* s'échappe à l'atmosphère, comme le montrent les flèches *1* et la pression baisse dans la chambre *T*. Dès ce moment, la pression de la conduite générale l'emportant sur celle de la chambre *T*, soulève le piston

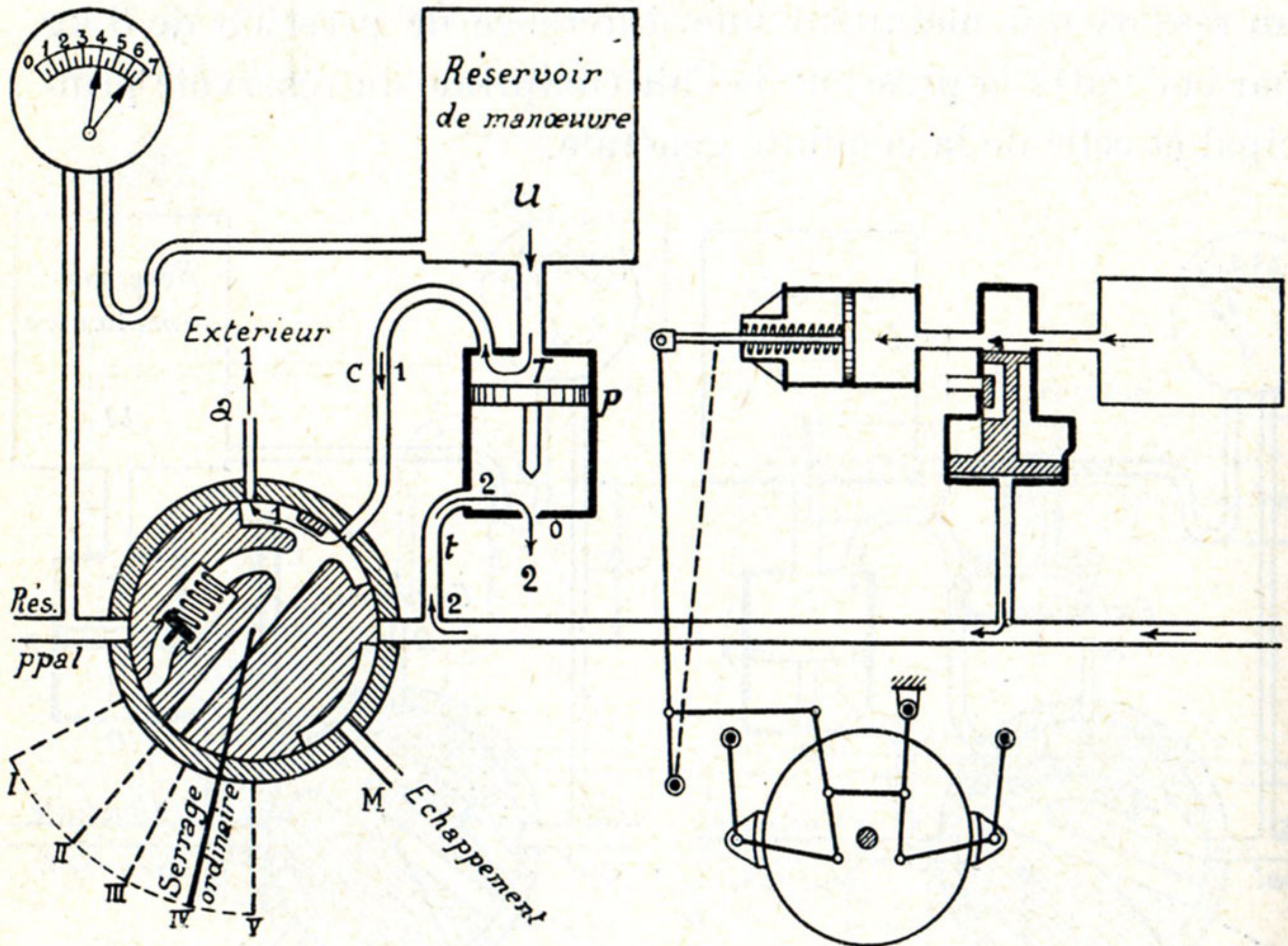


Fig. 761

IV. — Serrage ordinaire des freins. — Serrage gradué.

égalisateur *p* dont la tige démasque l'orifice *o*, l'air de la conduite générale s'échappe par cette ouverture (flèches *2*) et les freins s'appliquent.

A présent, si le machiniste jugeant le freinage suffisant, place son robinet, même brusquement, dans la position d'isolement *III* (fig. 760), le piston égalisateur reste levé, c'est-à-dire que l'échappement de la conduite générale continue par *o*, jusqu'à ce que la pression de la conduite générale ait subi la même diminution que celle du réservoir de manœuvre, alors seulement l'échappement *o* se ferme. Cet équilibre de pression



ne se produit que graduellement, de sorte qu'il n'y a plus aucun danger que les freins de tête se desserrent lors de la remise trop rapide du robinet du mécanicien à la position d'isolement *III*.

*Remarque I.* — En réalité, la chambre *T* n'est pas distincte comme l'indiquent les croquis, elle fait partie du corps du robinet lui-même, seul le réservoir de manœuvre est séparé du robinet (fig. 762).

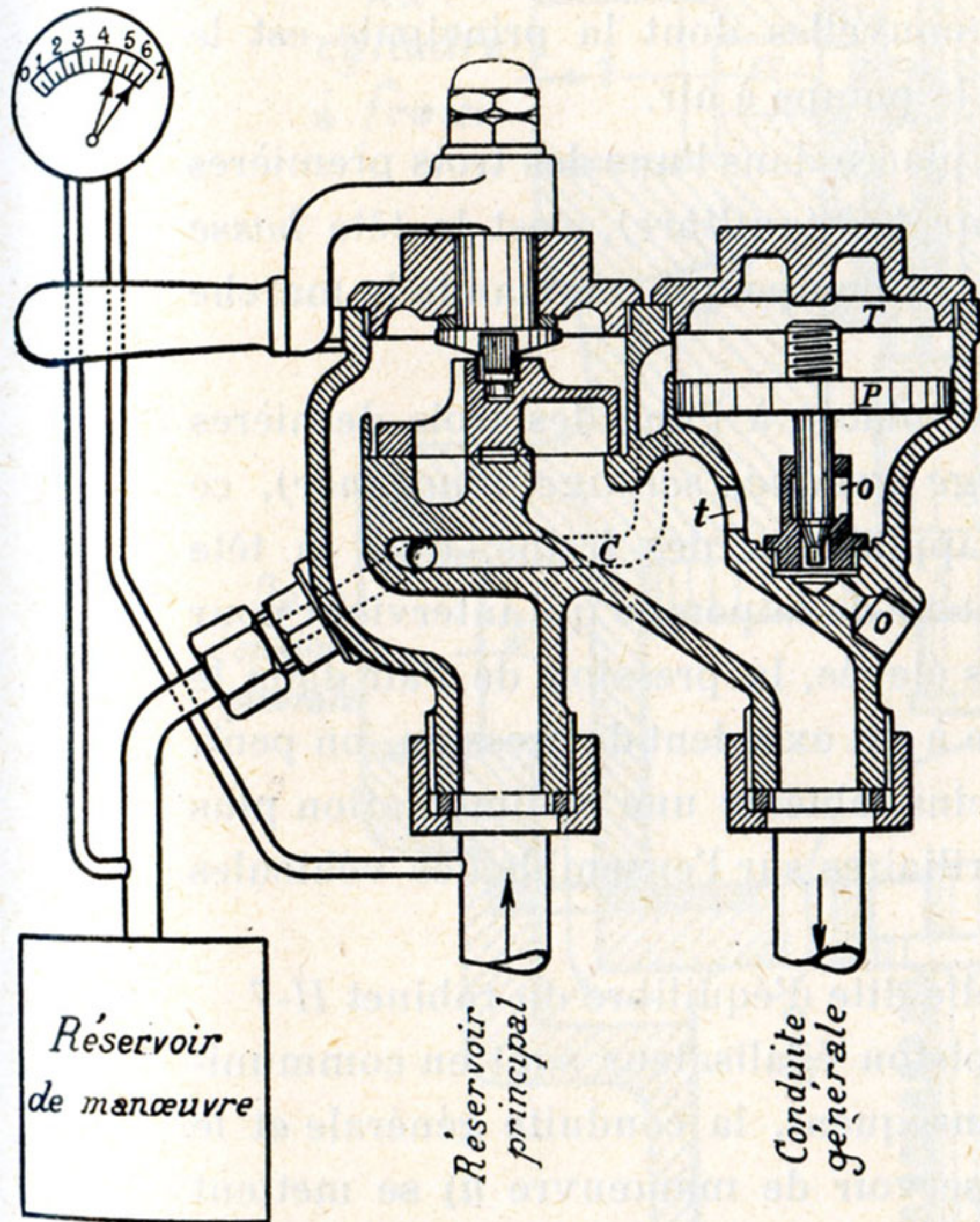


Fig. 762 — Coupe à travers le robinet du mécanicien à décharge égalisatrice.

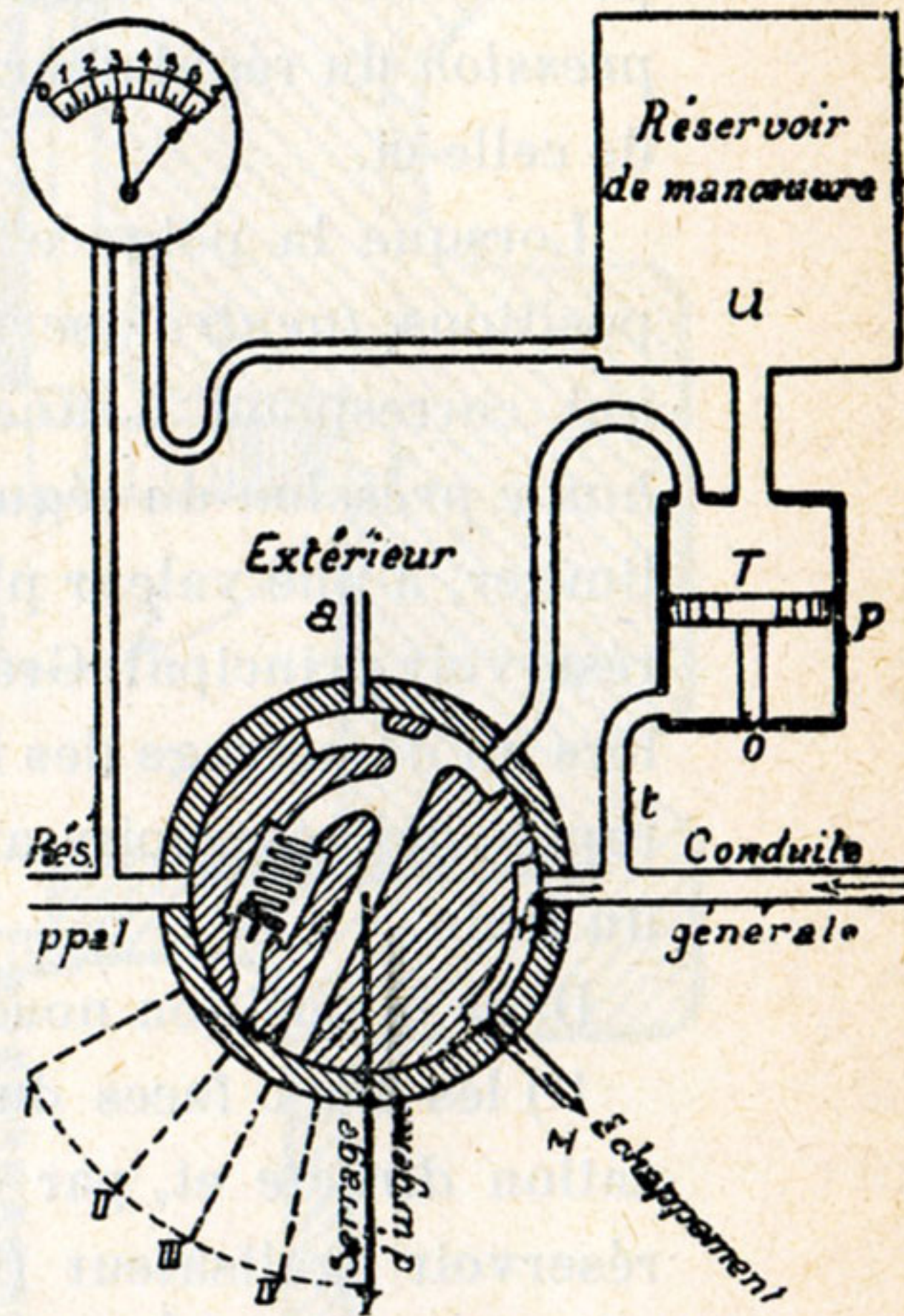


Fig. 763  
V. — Serrage d'urgence.

*Remarque II.* — Il importe de retenir qu'avec le robinet à décharge égalisatrice, l'échappement peut continuer pendant un certain temps (par l'orifice *o*), alors même que la poignée a été replacée dans la position neutre (position *III*).

La cinquième position, elle, correspond aux serrages d'urgence (fig. 763).

Elle fait communiquer la conduite générale *directement* avec l'air extérieur par une large ouverture *M*; l'air comprimé de la conduite générale s'échappe avec rapidité et tous les freins sont immédiatement serrés à *fond*. Les triples valves fonctionnent alors d'une manière spéciale dite « action rapide » dont nous parlerons page 664.

**8. Robinet du mécanicien H-7 (\*).** — Le robinet H-7, appliqué sur les locomotives types 1 et 12, comporte six positions; il réalise des fonctions nouvelles dont la principale est le contrôle de la marche de la pompe à air.

Lorsque la poignée est placée dans l'une des trois premières positions (*desserrage, marche, équilibre*), c'est la tête *basse pression* du régulateur de la pompe qui commande la marche de celle-ci.

Lorsque la poignée est placée à l'une des trois dernières positions (*neutre, serrage gradué, serrage d'urgence*), ce qui correspond à une application des freins, c'est la tête *haute pression* du régulateur de la pompe qui intervient pour limiter, à une valeur plus élevée, la pression de l'air dans le réservoir principal. Grâce à cet excédent de pression, on peut, lors du desserrage des freins, obtenir une réalimentation plus rapide des réservoirs auxiliaires sur l'ensemble des véhicules du train.

Dans la position nouvelle dite d'équilibre du robinet H-7

1°) les deux faces du piston égalisateur sont en communication *directe* et, par conséquent, la conduite générale et le réservoir égalisateur (réservoir de manœuvre *u*) se mettent immédiatement en équilibre de pression;

2°) la soupape d'alimentation est mise en relation avec la tête basse pression du régulateur de la pompe.

**9. Triple valve à action ordinaire.** — Le fonctionnement de la triple valve à action ordinaire a déjà été exposé dans son principe pages 636 à 641 (fig. 749 et 750), mais dans la

---

(\*) Pour plus de détails voir la notice de 1947 de la C<sup>ie</sup> Westinghouse.

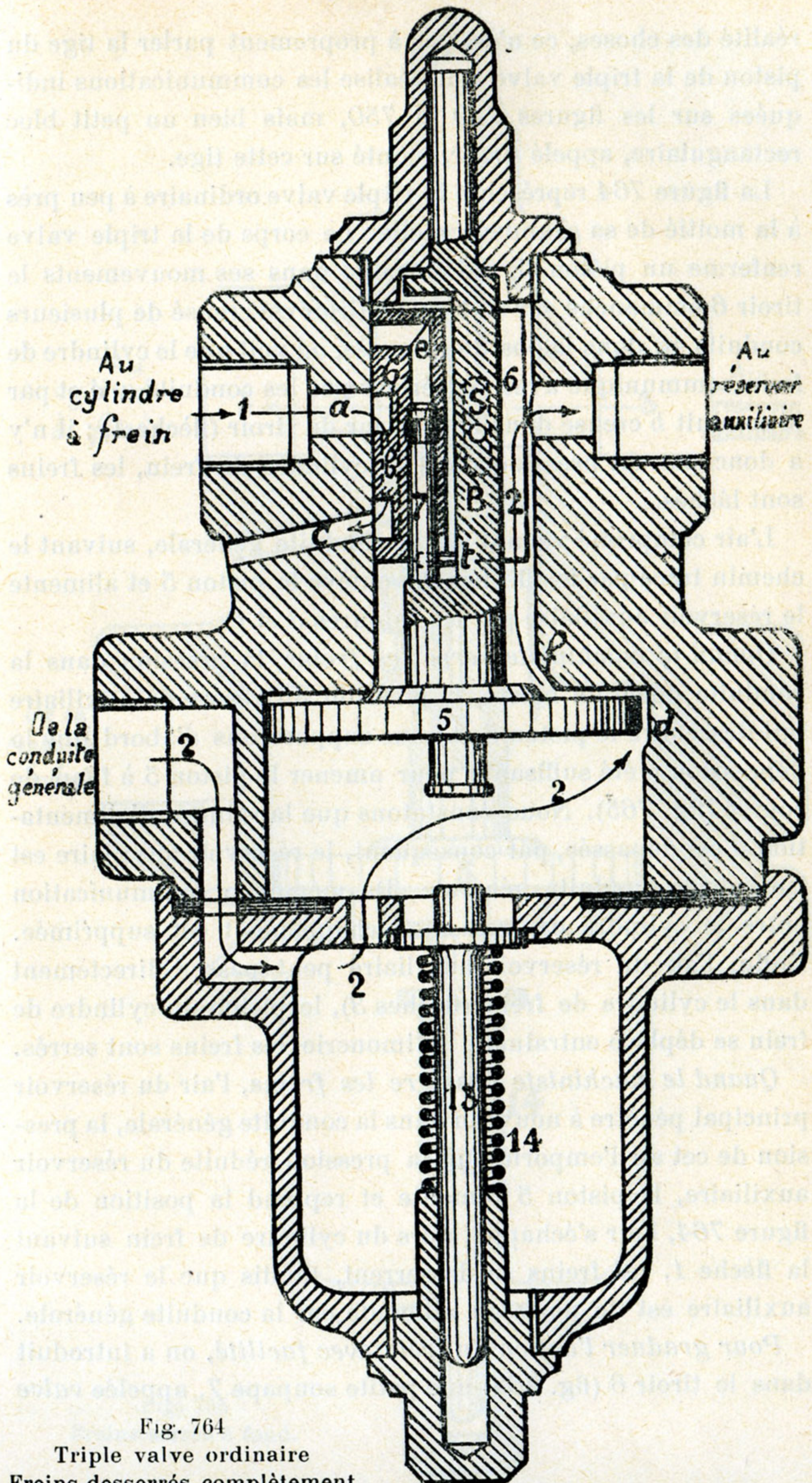


Fig. 764

Triple valve ordinaire  
Freins desserrés complètement

réalité des choses, ce n'est pas à proprement parler la tige du piston de la triple valve qui réalise les communications indiquées sur les figures 749 et 750, mais bien un petit bloc rectangulaire, appelé *tiroir*, monté sur cette tige.

La figure 764 représente la triple valve ordinaire à peu près à la moitié de sa grandeur réelle. Le corps de la triple valve renferme un piston 5, qui entraîne dans ses mouvements le tiroir 6 emmanché sur sa tige. Ce tiroir est creusé de plusieurs conduits et, dans la position figurée, on voit que le cylindre de frein communique avec l'extérieur par les conduits *a*, *c* et par le conduit *b* creusé dans l'épaisseur du tiroir (flèche 1) ; il n'y a donc pas de pression dans le cylindre de frein, les freins sont lâchés.

L'air comprimé venant de la conduite générale, suivant le chemin tracé par les flèches 2, soulève le piston 5 et alimente le réservoir auxiliaire par les rainures *d* et *f*.

Quand le machiniste serre les freins, la pression dans la conduite générale baisse, la pression du réservoir auxiliaire fait descendre le piston 5 et nous supposons d'abord que la dépression a été suffisante pour amener le piston 5 à fond de course (fig. 765). Nous constatons que la rainure d'alimentation *d* est dépassée, par conséquent, le réservoir auxiliaire est isolé de la conduite générale. De même, la communication entre le cylindre de frein et l'échappement est supprimée. Enfin, l'air du réservoir auxiliaire peut passer directement dans le cylindre de frein (flèches 3), le piston du cylindre de frein se déplace entraînant la timonerie, les freins sont serrés.

Quand le machiniste desserre les freins, l'air du réservoir principal pénètre à nouveau dans la conduite générale, la pression de cet air l'emporte sur la pression réduite du réservoir auxiliaire, le piston 5 remonte et reprend la position de la figure 764, l'air s'échappe alors du cylindre de frein suivant la flèche 1, les freins se desserrent, tandis que le réservoir auxiliaire est de nouveau alimenté par la conduite générale.

Pour graduer l'action du frein avec facilité, on a introduit dans le tiroir 6 (fig. 764) une petite soupape 7, appelée *valve*

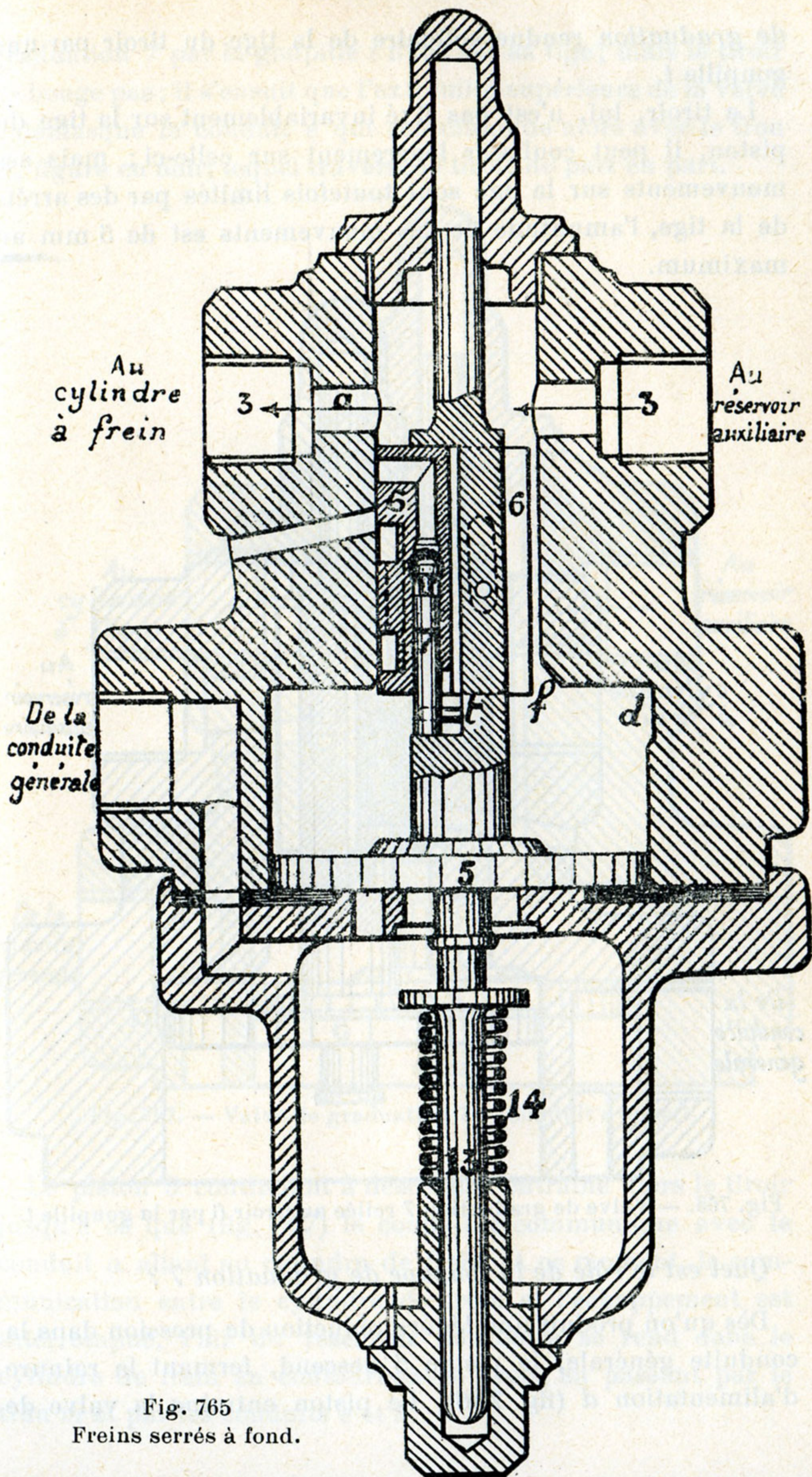


Fig. 765  
Freins serrés à fond.

de graduation rendue solidaire de la tige du tiroir par une goupille *t*.

Le tiroir, lui, n'est pas fixé invariablement sur la tige du piston, il peut coulisser légèrement sur celle-ci ; mais ses mouvements sur la tige sont toutefois limités par des arrêts de la tige, l'amplitude de ces mouvements est de 5 mm au maximum.

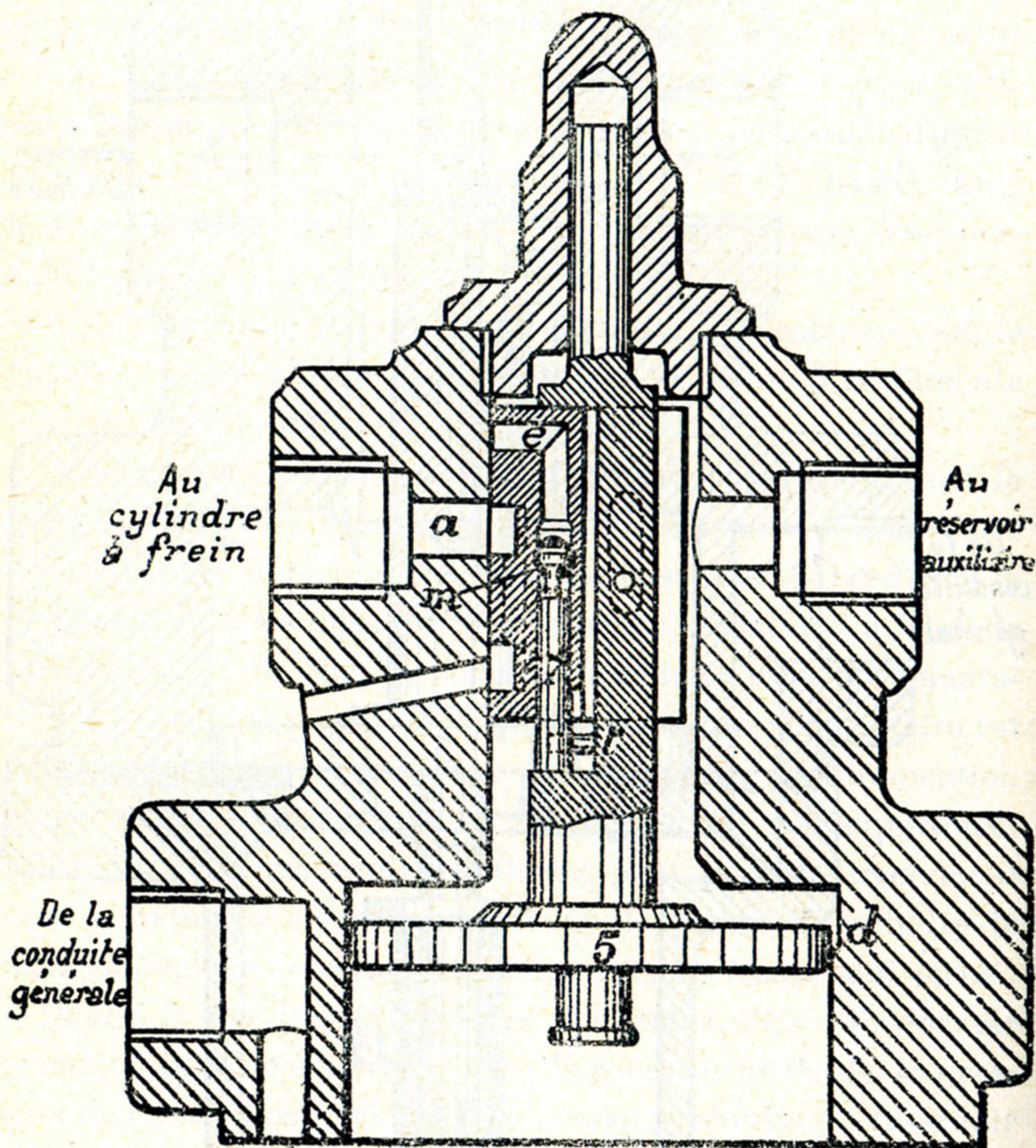


Fig. 766. — Valve de graduation 7 reliée au tiroir 6 par la goupille *t*.

*Quel est le rôle de la soupape de graduation 7 ?*

Dès qu'on produit une *légère* réduction de pression dans la conduite générale, le piston 5 descend, fermant la rainure d'alimentation *d* (fig. 766). Le piston entraîne la valve de

graduation 7 par la goupille *t* fixée sur sa tige; mais le tiroir ne bouge pas; il s'ensuit que l'extrémité supérieure de la valve 7 démasque le conduit *e* qui communique alors avec le trou *m*, figuré en noir, lequel traverse le tiroir de part en part.

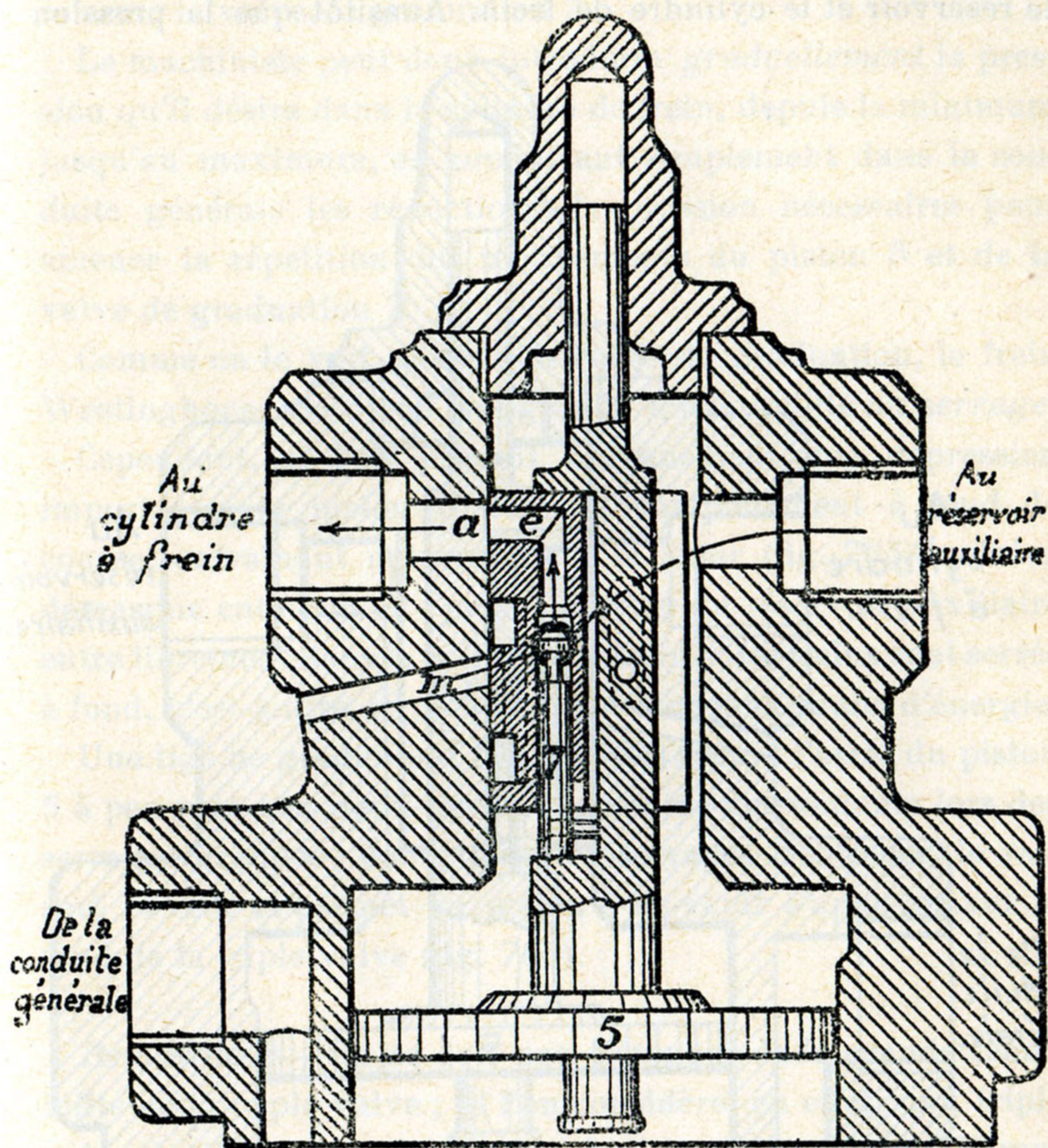


Fig. 767. — Valve de graduation 7 — Conduit *e* ouvert.

Le piston 5 continuant à descendre entraîne alors le tiroir jusqu'à ce que (fig. 767) le conduit *e* communique avec le conduit *a* allant au cylindre de frein. A ce moment, la communication entre le cylindre de frein et l'échappement est interrompue, l'air du réservoir auxiliaire se rend dans le cylindre de frein en contournant le tiroir, en passant par le trou *m* et par les conduits *e* et *a*.

Le piston 5 et son tiroir sont arrêtés dans leur mouvement de descente par la diminution de pression qui se produit au-dessus du piston et qui résulte de l'augmentation de volume de l'air du réservoir auxiliaire, cet air occupant maintenant et le réservoir et le cylindre de frein. Aussitôt que la pression

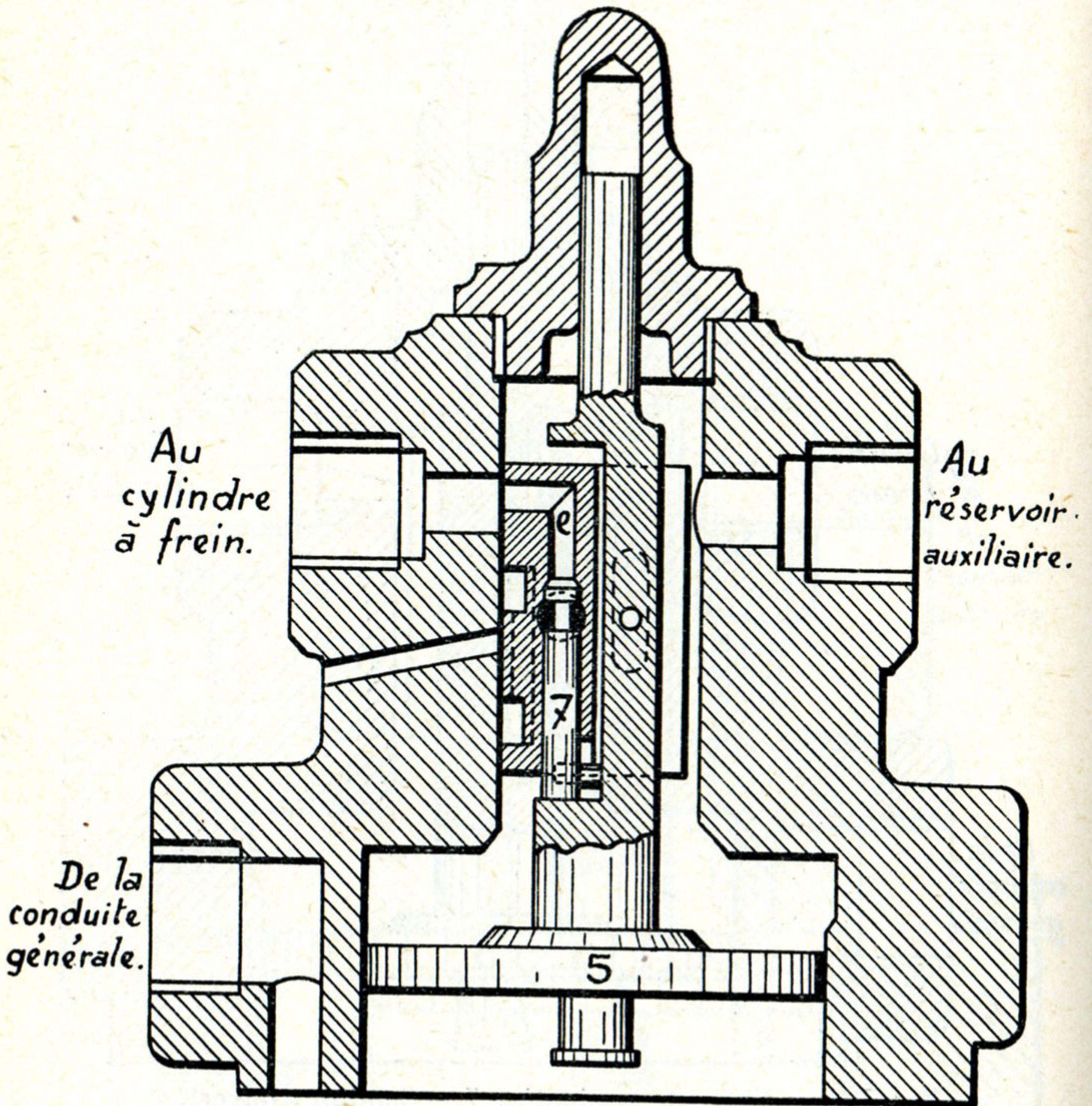


Fig. 768. — Valve de graduation 7 — Conduit e fermé.

dans le réservoir auxiliaire est ainsi réduite un peu au-dessous de celle de la conduite générale, le piston 5 remonte par suite de cette différence de pression, la valve 7 remonte avec lui et vient fermer le conduit e du tiroir qui, retenu par le frottement, ne bouge pas (fig. 768).

En réduisant encore *légèrement* la pression dans la conduite



générale, le piston redescend et ouvre à nouveau la valve 7, ce qui permet l'admission d'une *nouvelle* quantité d'air dans le cylindre de frein, la chute de pression qui en résulte dans le réservoir auxiliaire fait de nouveau remonter le piston qui referme la valve de graduation 7.

Le machiniste peut donc introduire *graduellement* la pression qu'il désire dans le cylindre de frein, depuis le minimum jusqu'au maximum, en produisant simplement dans la conduite générale les réductions de pression nécessaires pour amener la répétition des mouvements du piston 5 et de la valve de graduation 7.

Comme on le voit, grâce à la valve de graduation, le frein Westinghouse est d'une très grande modérabilité *au serrage*.

Cependant, si l'on produit brusquement une dépression importante, le piston 5 descend complètement à fond de course, entraînant naturellement le tiroir (fig. 765), celui-ci démasque entièrement l'orifice *a* ; l'air du réservoir auxiliaire entre librement dans le cylindre de frein et les freins sont serrés à fond, c'est-à-dire en développant leur maximum d'énergie.

Une tige de graduation 13 (fig. 764) assure l'arrêt du piston 5 à peu près aux deux tiers de sa course descendante lors des serrages gradués ; mais, dans les serrages d'urgence, le ressort 14 cède et permet au piston 5 de venir s'appuyer sur le fond de la triple valve (fig. 765).

*Remarque.* — On ne doit pas s'étonner de la grande sensibilité de la triple valve ; si l'on considère, en effet, une triple valve de dimensions moyennes, dont le piston mesure 75 mm de diamètre, on trouve qu'une différence de pression de 1 kg par centimètre carré sur la surface de ce piston représente un effort égal à

$$\frac{3,1416 \times \overline{7,5}^2 \text{ cm}}{4} \times 1 \text{ kg} = 44 \text{ kg.}$$

**10. Triple valve à action rapide.** — Le frein à action rapide fut introduit en 1886.

*Que faut-il entendre par l'action rapide ?*

Dans le frein à action ordinaire dont il a été question jusqu'ici, quand le machiniste produit un serrage, il laisse échapper de l'air de la conduite générale uniquement par le robinet du mécanicien ; il s'ensuit qu'il faut un certain temps pour que la chute de pression se fasse sentir en queue du train et pour que cette dépression soit importante, puisque tout l'air qui s'échappe doit passer par la même et unique ouverture. Avec le frein à action ordinaire appliqué à un train de 400 mètres de longueur, le frein du dernier véhicule ne se serre à fond que 13 à 15 secondes après la manœuvre du robinet. Les freins de tête se serrant d'abord, les véhicules de queue non encore enrayés se tassent sur ceux d'avant et les butoirs se compriment, finalement les freins de queue se serrent à leur tour et le train freiné apparaît alors comme un ressort comprimé.

Lors du desserrage et de la reprise de vitesse, les butoirs se détendent, les véhicules de l'arrière reculent alors que la locomotive tire sur les véhicules d'avant. Ces mouvements tendent brusquement les attelages et peuvent provoquer des ruptures. Cet inconvénient est naturellement d'autant plus accusé que le train est plus long.

Le principe de l'action rapide consiste à modifier la triple valve de manière :

1°) à multiplier les points d'écoulement de l'air hors de la conduite générale en produisant un échappement d'air de celle-ci sous chaque véhicule, la dépression est ainsi plus rapidement forte et, à cause de cela, sa propagation vers l'arrière est beaucoup plus rapide ;

2°) à utiliser cet air qui s'échappe de la conduite générale en le faisant entrer dans le cylindre de frein en même temps que l'air du réservoir auxiliaire de manière à hâter le serrage des freins. Par surcroît, il y a économie d'air comprimé.

Il suit de cette double amélioration que le temps de 15 secondes dont il est question plus haut, est réduit à 2 secondes.

Ces principes étant posés, *comment les réalise-t-on en pratique ?*

La triple valve à action rapide comprend deux pistons (fig. 769), dont l'un, le piston *principal* (le piston 5) fonc-

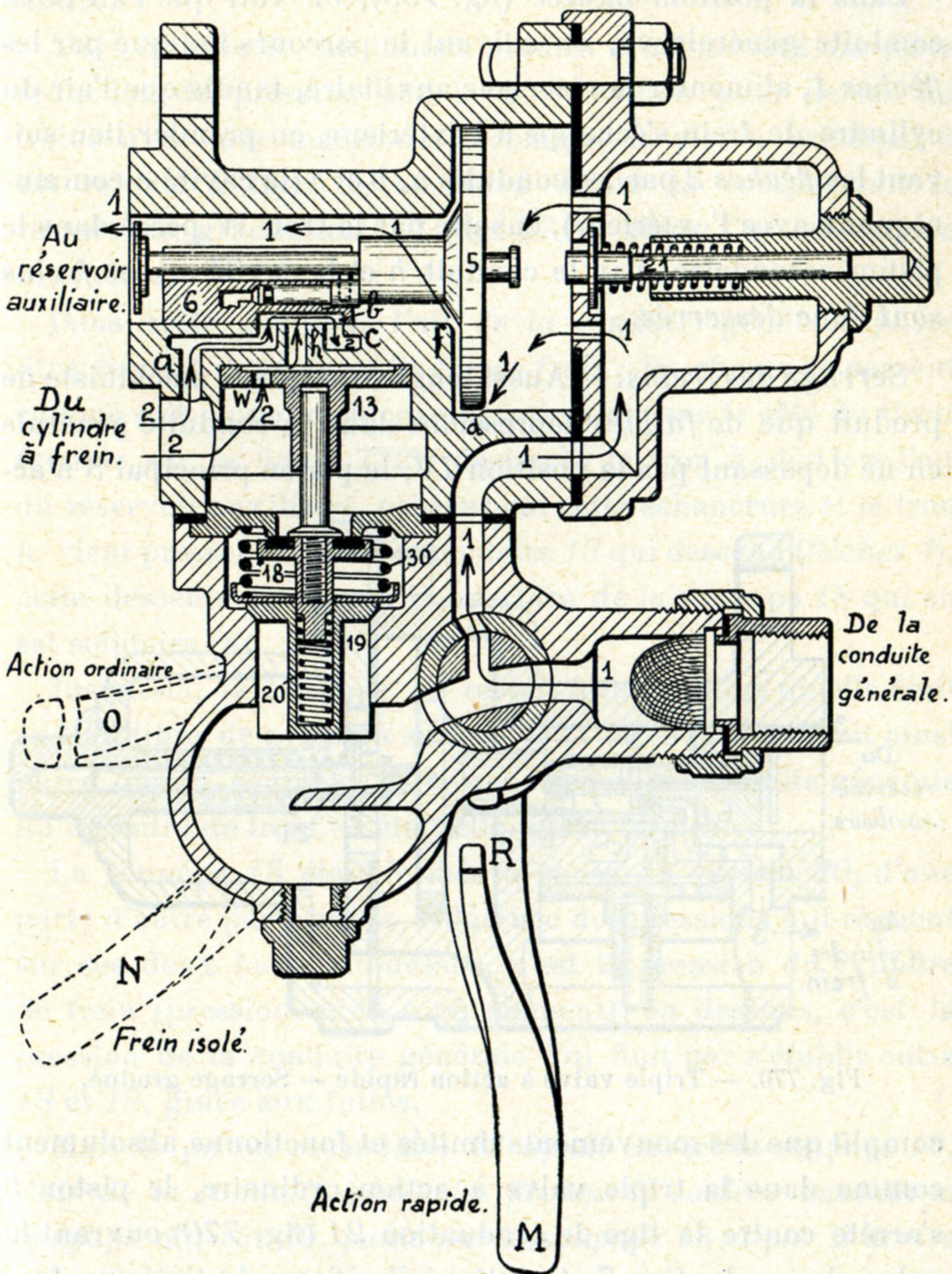


Fig. 769. — Triple valve à action rapide — Freins desserrés.

tionne horizontalement, et l'autre, le piston *secondaire* (le piston 13) fonctionne verticalement.

Le piston principal 5 est identique à celui de la triple valve

à action ordinaire (fig. 764), avec cette simple différence qu'il est disposé horizontalement.

Dans la position figurée (fig. 769), on voit que l'air de la conduite générale va, en suivant le parcours indiqué par les *flèches 1*, alimenter le réservoir auxiliaire, tandis que l'air du cylindre de frein s'échappe à l'extérieur, en premier lieu suivant les *flèches 2* par les conduits *a*, *b* et *c* (la cavité *c* communiquant avec l'extérieur), ensuite par le trou *W* percé dans le piston secondaire, par le conduit *h* et la cavité *c*. *Les freins sont donc desserrés.*

*Serrage des freins.* — Aussi longtemps que le machiniste ne produit que de *faibles* dépressions dans la conduite générale en ne dépassant pas la position *IV*, le piston principal 5 n'ac-

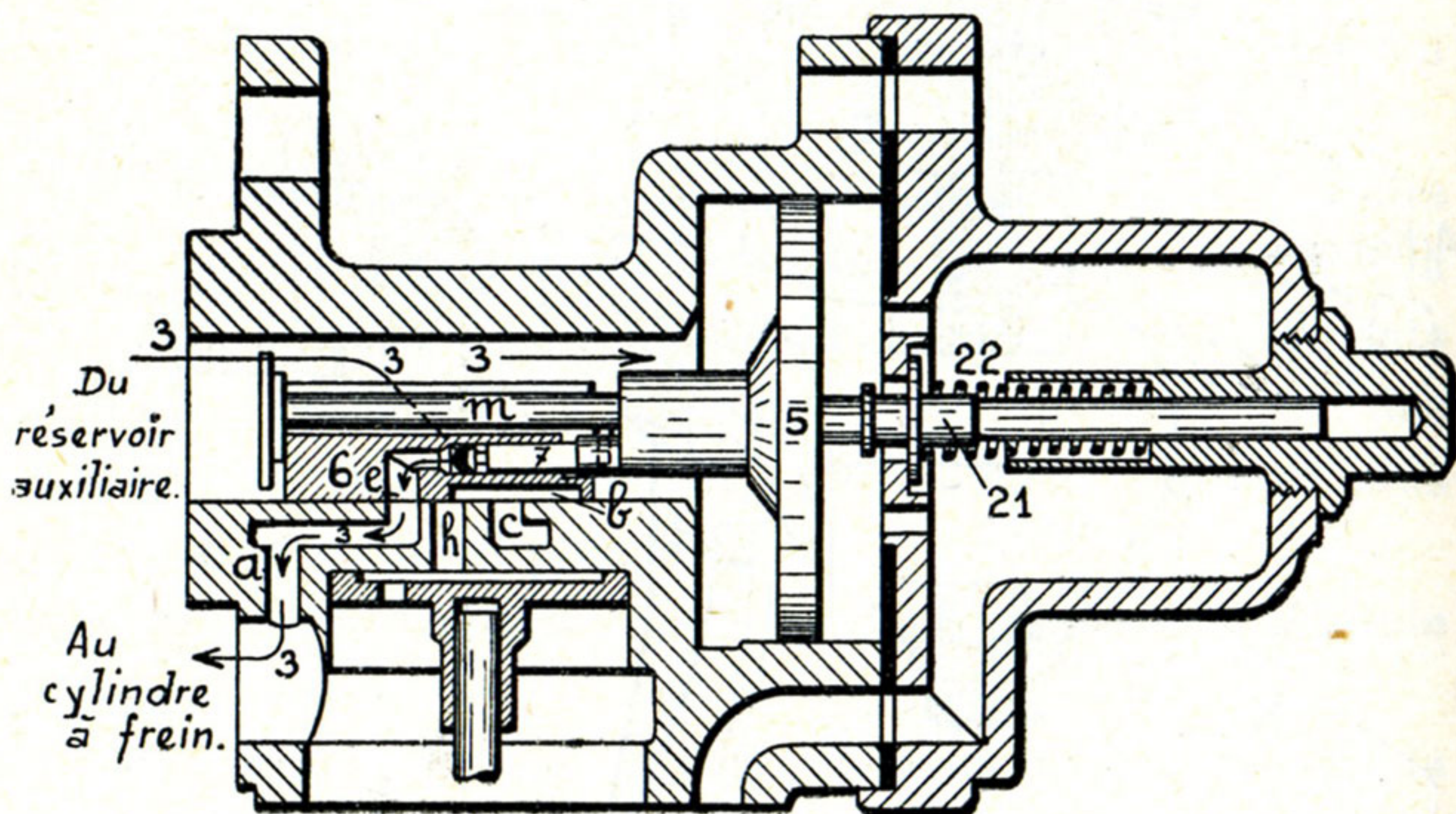


Fig. 770. — Triple valve à action rapide — Serrage gradué.

complit que des mouvements limités et fonctionne absolument comme dans la triple valve à action ordinaire, le piston 5 s'arrête contre la tige de graduation 21 (fig. 770) ouvrant la valve de graduation 7 et mettant l'orifice *e* du tiroir en face de l'orifice *a*; l'air du réservoir auxiliaire (*flèches 3*) passe par le trou *m*, figuré en noir, les conduits *e* et *a* et pénètre dans le cylindre de frein, les freins s'appliquent. Aussitôt que la diminution de pression dans le réservoir auxiliaire est suffisante, le piston 5 revient vers la gauche et ferme la valve de graduation 7.

Par des mouvements successifs du piston, le machiniste introduit dans les cylindres de frein les pressions d'air qu'il désire.

Mais lorsque le machiniste produit *brusquement* une forte réduction de pression par la 5<sup>me</sup> position pour serrer les freins avec leur maximum d'énergie, le piston principal 5 est refoulé à fond de course à droite en comprimant le ressort de graduation 22 (fig. 771), alors l'action rapide intervient.

Dans cette position, l'air de la conduite générale passe directement dans le cylindre de frein; les choses se passent comme suit : une échancrure *i*, qui existe sur le côté du tiroir (visible sur la figure 772), découvre le trou *h*, dès lors l'air du réservoir auxiliaire, passant par cette échancrure et le trou *h*, vient presser le piston secondaire 13 qui descend (flèches 4), cette descente provoque l'ouverture de la soupape 18 qui en est solidaire (fig. 771).

Jusque-là, la soupape 19 restait fermée parce qu'elle était en équilibre de pression sur ses deux faces et il en était ainsi parce que la soupape 18 — qui sépare la conduite générale du cylindre de frein — était elle-même fermée.

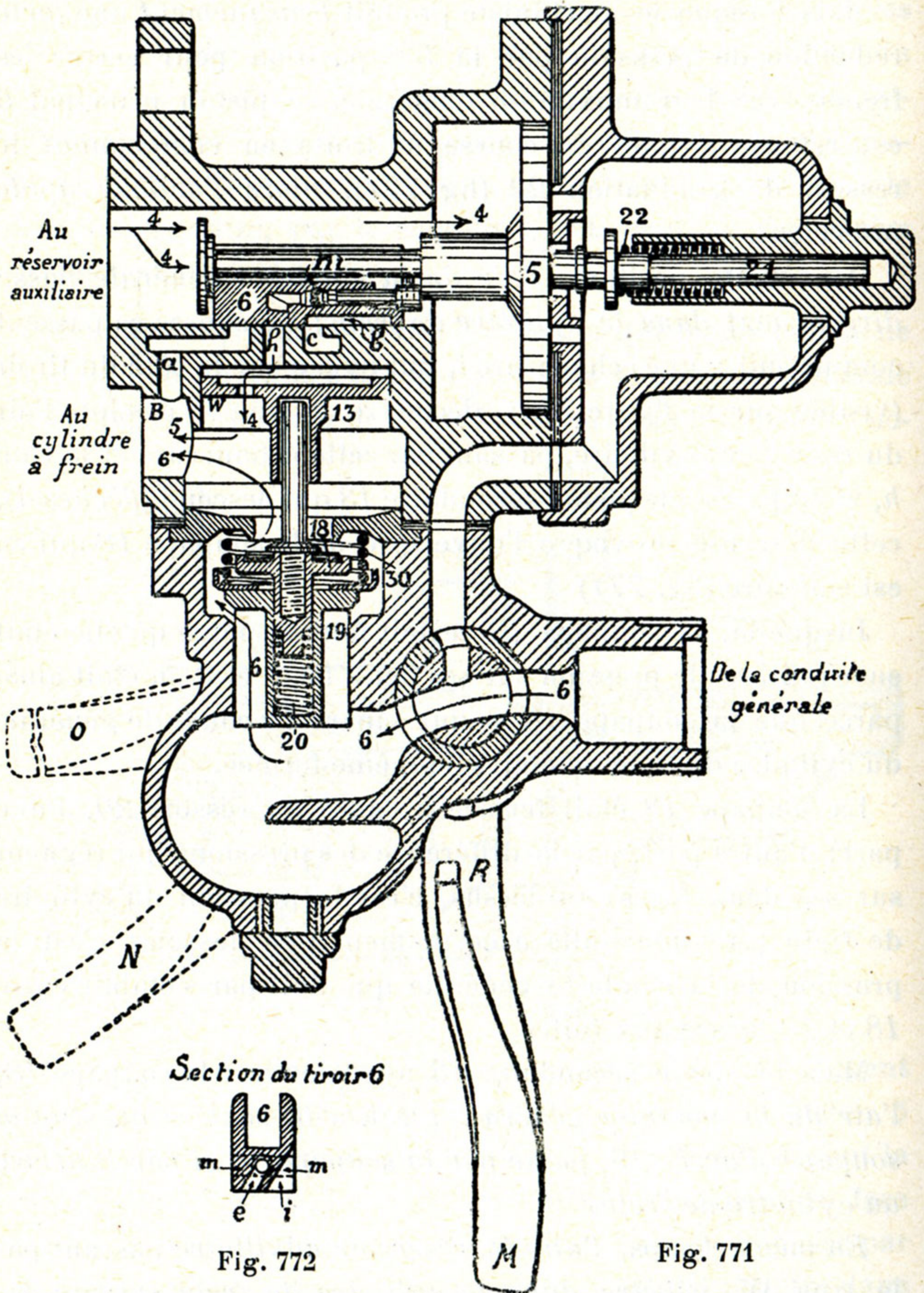
La soupape 18 était fermée à cause du ressort 20, d'une part; d'autre part, par la différence des pressions qui règnent sur ses deux faces: au-dessus, c'est la pression du cylindre de frein (pression nulle à ce moment); en dessous, c'est la pression de la conduite générale qui finit par s'établir entre 18 et 19, grâce aux fuites.

Mais le piston secondaire 13 ayant ouvert la soupape 18, l'air de la conduite générale (flèches 6) soulève aussitôt la soupape d'arrêt 19, passe par la soupape 18 et par *B* arrive au cylindre de frein.

En même temps, l'air du réservoir auxiliaire passant par le trou *W*, pénètre dans le cylindre de frein suivant les flèches 4 et 5.

Remarquons que les passages par lesquels l'air de la conduite générale passe au cylindre de frein sont beaucoup plus

grands que ceux qui servent à y admettre l'air du réservoir auxiliaire; la conduite générale décharge donc dans le cylindre de frein la plus grande partie de l'air qu'elle contient



Triple valve à action rapide — Serrage à l'action rapide.

avant que celui du réservoir auxiliaire soit admis en quantité. Aussitôt que la pression dans le cylindre de frein arrive à

être presque égale à celle de la conduite générale, les ressorts 30 et 20 ferment la soupape d'arrêt 19 qui empêche le retour de l'air dans la conduite générale.

*Desserrage des freins.* — Pour desserrer les freins, le machiniste recharge la conduite générale avec l'air comprimé du réservoir principal, en mettant, comme toujours, la poignée de son robinet dans la première position. L'air admis à la triple valve vient presser le piston principal (flèches 1 de la figure 769), le piston principal est refoulé vers la gauche. Pendant ce mouvement de droite à gauche, la cavité *b* du tiroir fait d'abord communiquer *h* avec l'extérieur par le trou *c*, ce qui fait évacuer la pression sur la face supérieure du piston secondaire 13; celui-ci est alors soulevé par la pression de l'air dans le cylindre de frein, tandis que le ressort 20 ferme la soupape 18, empêchant ainsi l'air de la conduite de passer à nouveau dans le cylindre de frein.

Le tiroir 6 continuant sa course vers la gauche, fait ensuite communiquer l'orifice *a* avec l'échappement *c* par *b* (fig. 769), l'air du cylindre s'échappe à l'extérieur et les freins se desserrent.

Le réservoir auxiliaire est ensuite rechargé d'air comprimé par les rainures *d* et *f*, comme il a été indiqué (flèches 1).

Un robinet manœuvré par la poignée *R* (fig. 769) permet d'isoler tous les organes d'un véhicule ou d'empêcher l'effet de l'action rapide seule :

Quand la poignée est dans la position *M*, l'action rapide fonctionne.

En la tournant en *N*, tout l'appareil se trouve isolé.

En la tournant encore plus loin, jusqu'en *O*, l'action rapide seule est supprimée, l'appareil fonctionne absolument comme une triple valve ordinaire.

*Remarque.* — Dans l'appareil type du frein à action rapide, la triple valve, le réservoir auxiliaire et le cylindre de frein

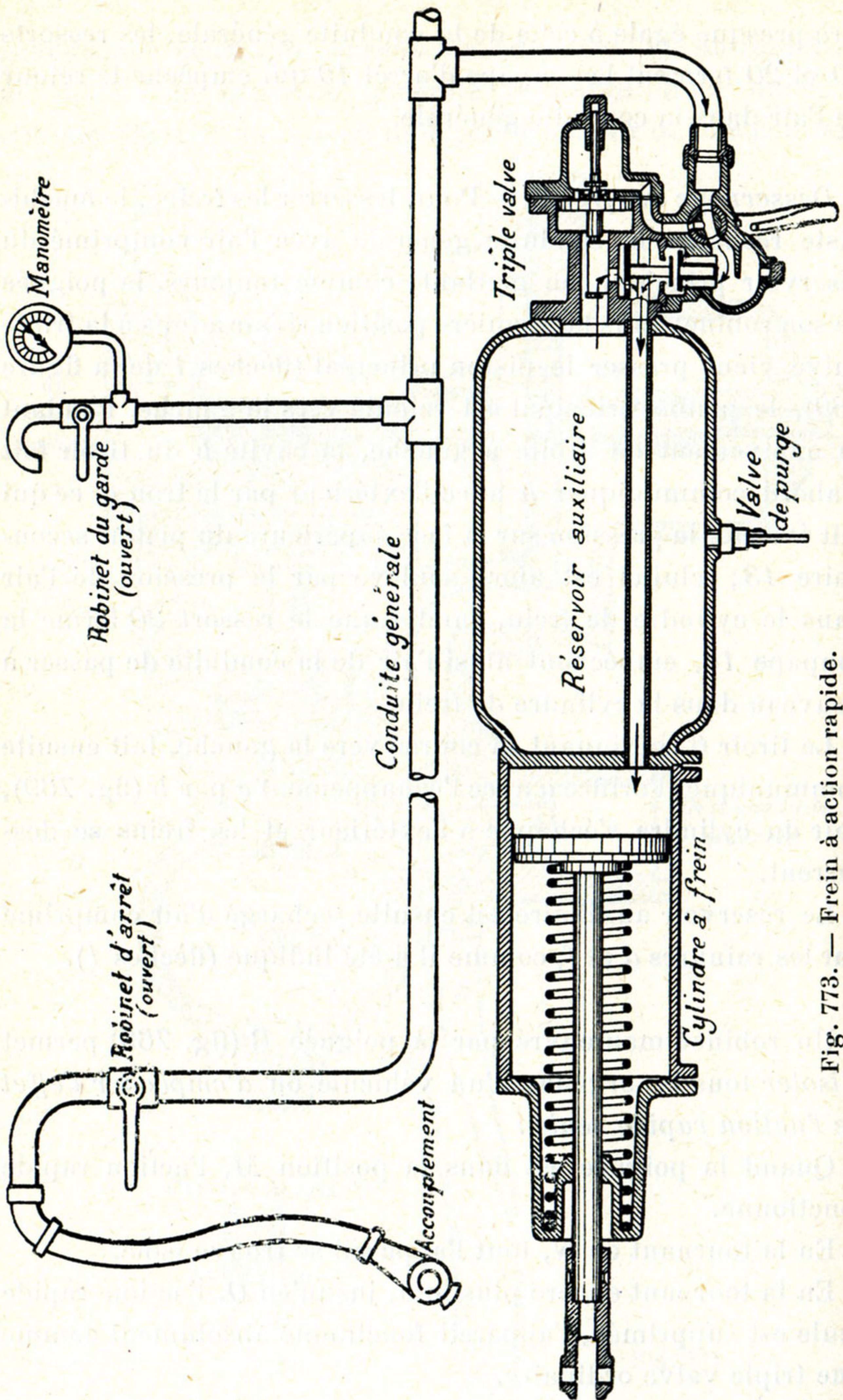


Fig. 773. — Frein à action rapide.

Ensemble formé par le réservoir auxiliaire, la triple valve et le cylindre de frein.

sont réunis en une seule pièce, afin de simplifier l'installation (fig. 773). Comme on le voit sur la figure, le tuyau de communication de la triple valve au cylindre de frein traverse le réservoir auxiliaire.



**11. Triple valve Lu.** — Le frein automatique perfectionné est caractérisé par l'emploi de triples valves du type *Lu* qui, grâce à leur *poche accélératrice*, assurent une propagation rapide du freinage.

Au moment du serrage, la poche accélératrice absorbe une fraction déterminée du volume d'air contenu dans la conduite générale. Cette absorption provoque une dépression locale, cette dépression est suffisante pour mettre en action la triple valve suivante, au droit de laquelle la même opération se reproduit.

**12. Frein monobloc Westinghouse en tôle.** — Le monobloc est une combinaison du réservoir auxiliaire et du cylindre de

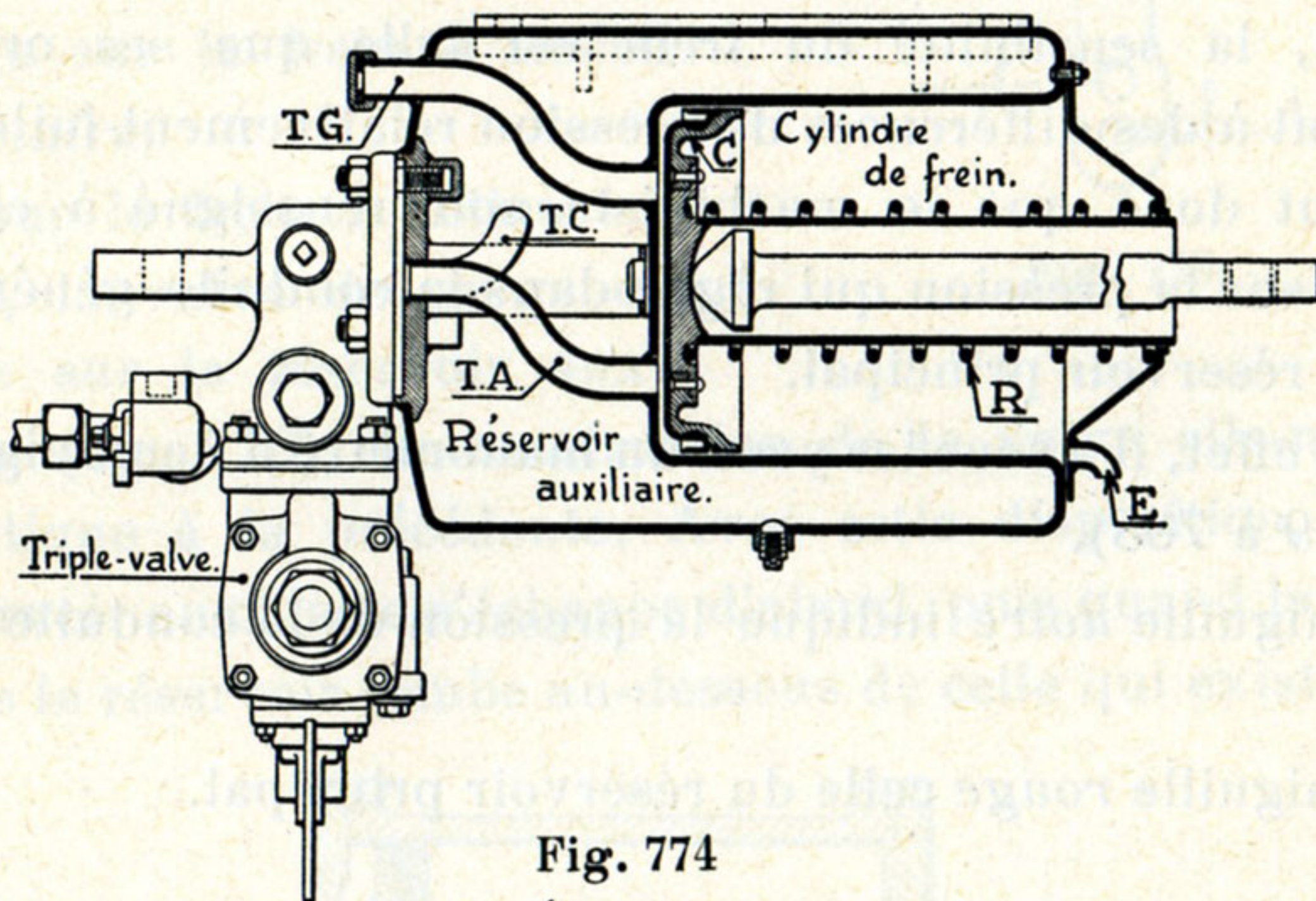


Fig. 774

LÉGENDE :

- T. A. = tube d'alimentation du cylindre de frein.
- T. C. = tube de communication entre le réservoir auxiliaire et le cylindre de frein.
- T. G. = tube de graissage du cylindre de frein.
- C = couronne en aluminium du piston.
- E = buse d'évacuation d'eau (ou filtre).
- R = Ressort.
- T. V. = triple valve avec poche accélératrice.

frein, réalisée en tôle d'acier emboutie et soudée (fig. 774). Le réservoir entoure le cylindre de frein.

L'ensemble est *plus léger et moins encombrant* que celui représenté figure 773.

La triple valve comporte une poche accélératrice.

La vitesse de propagation du freinage est de l'ordre de 200 mètres par seconde.

Le frein monobloc est appliqué à 100 wagons fermés de 20 tonnes de la S. N. C. B.

**13. Particularités diverses.** — Nous signalerons ici quelques particularités dont la connaissance est nécessaire avant de pouvoir aborder la manœuvre du frein.

I. *Manomètres.* — D'une part, l'efficacité du freinage dépend de la pression qui règne dans la conduite générale.

D'autre part, la sûreté du desserrage est liée à l'excédent de pression de l'air emmagasiné dans le réservoir principal.

Enfin, la sensibilité du frein est telle que ses organes obéissent à des différences de pression relativement faibles.

Il faut donc que le machiniste soit renseigné à chaque instant sur la pression qui règne dans la conduite générale et dans le réservoir principal.

A cet effet, il a sous les yeux un manomètre à deux aiguilles (fig. 759 à 763).

1°) l'aiguille *noire* indique la pression de la conduite générale ;

2°) l'aiguille *rouge* celle du réservoir principal.

II. *Valve de purge.* — Tous les véhicules portent une valve de purge qui sert :

à desserrer les freins *à la main* quand la locomotive n'est pas attelée au train,

ou encore à desserrer *à la main* les freins calés et qu'on ne parvient pas accidentellement à desserrer en manœuvrant le robinet du mécanicien.

La valve de purge permet encore de vider les organes de frein de tout l'air qu'ils contiennent.

La valve de purge est représentée figure 775 ; quand on tire sur la poignée *R* dans le sens de la flèche *1*, par exemple,

la poignée tourne autour du pivot *a*, son bossage *b* soulève la soupape *S* et l'air du cylindre de frein s'échappe à l'extérieur par le trou *B*, figuré en noir.

Aussitôt qu'on lâche la poignée, la soupape est repoussée sur son siège par un ressort.

Des tringles en fil de fer *f*, fixées à la poignée, permettent de manœuvrer la valve de purge d'un côté ou de l'autre du véhicule, sans qu'il soit nécessaire de s'introduire sous celui-ci.

La figure 776 montre l'emplacement de la valve de purge sur le frein à action ordinaire.

Pour le frein à action *rapide*, la valve de purge est fixée sur le réservoir auxiliaire (fig. 773), la construction de la valve elle-même est identique à la précédente. Avec cette disposition, l'air du réservoir auxiliaire s'échappe d'abord, puis quand la pression dans le réservoir tombe au-dessous de celle qui existe dans la

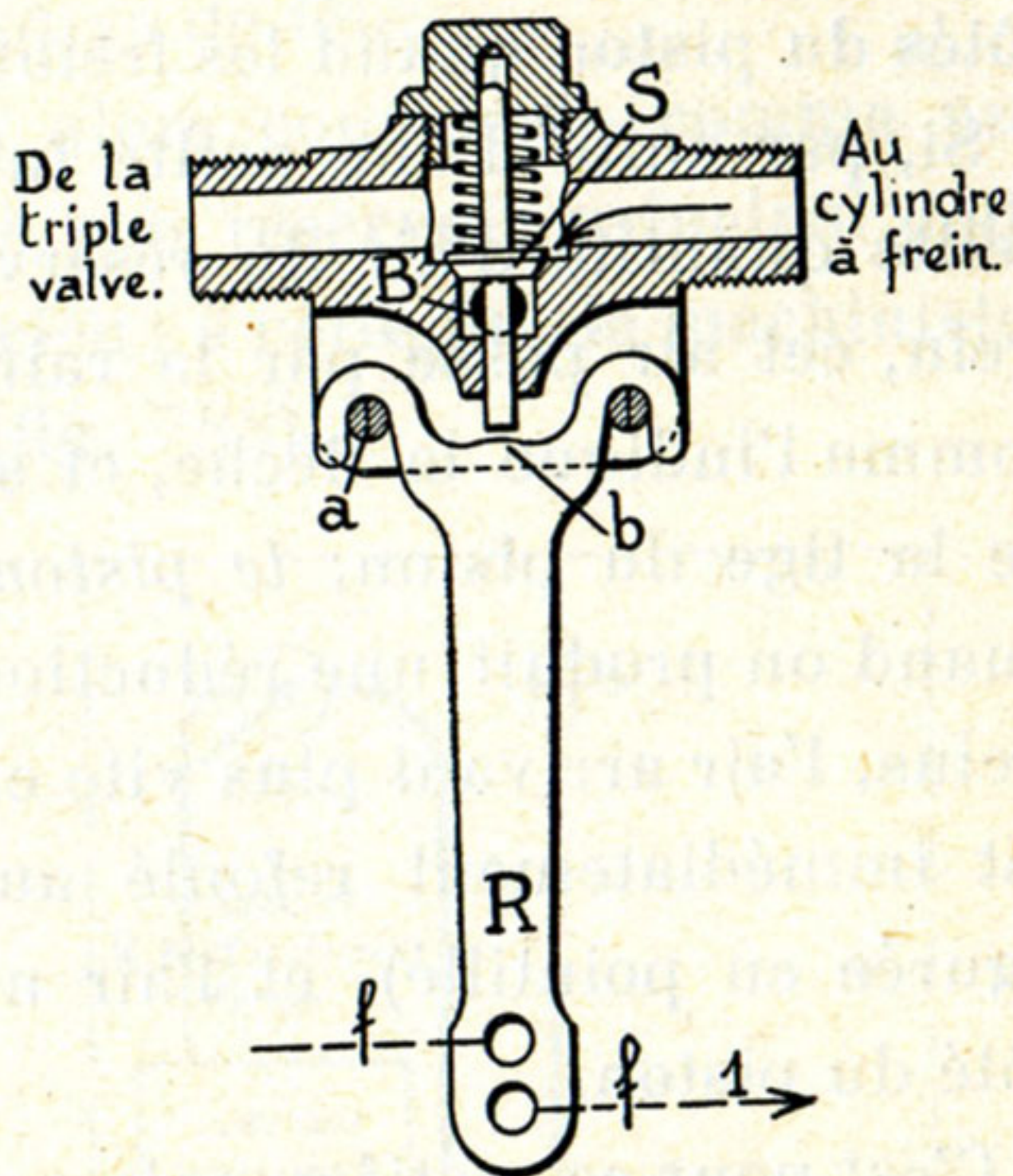


Fig. 775

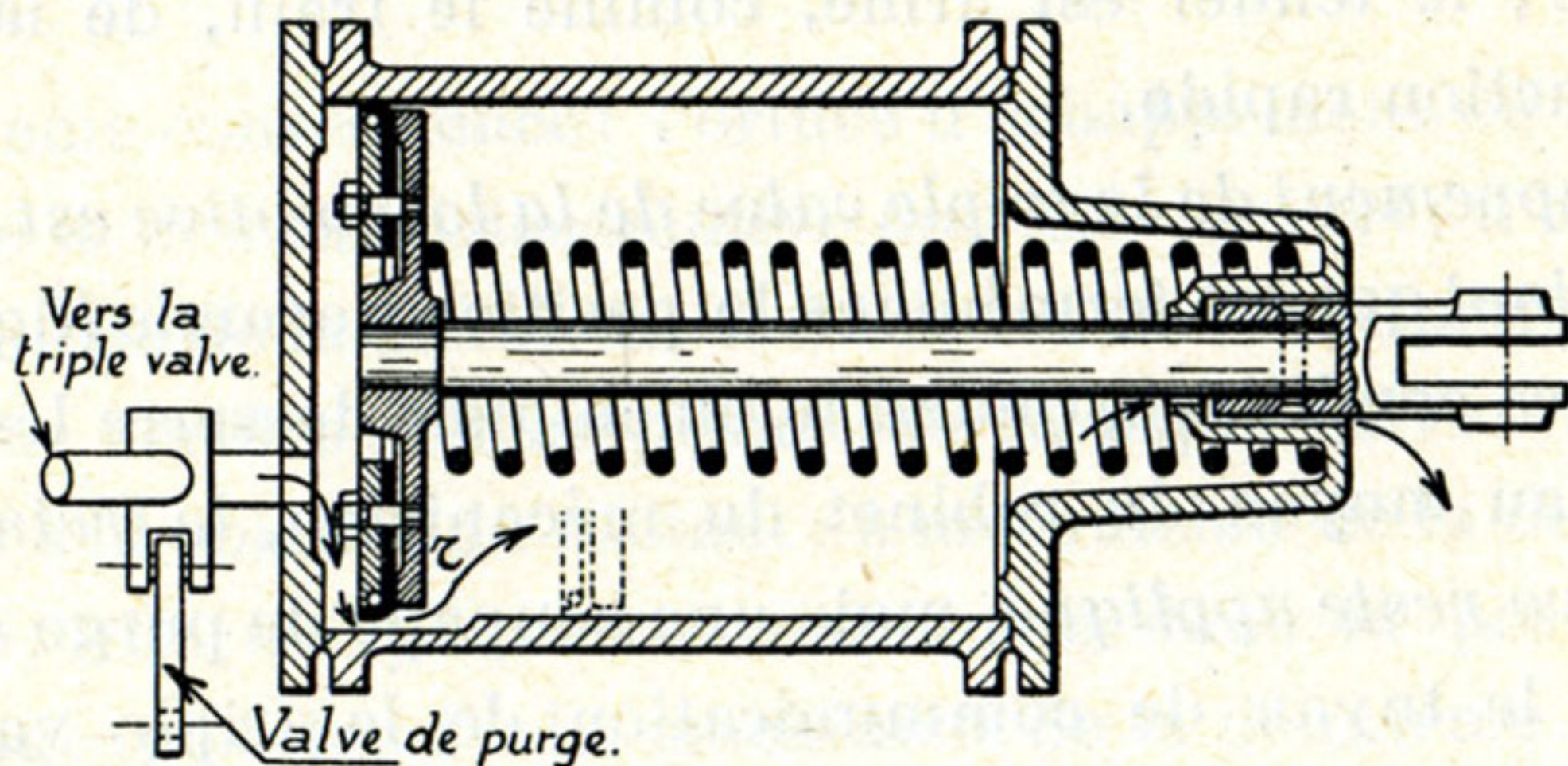


Fig. 776

conduite générale, le piston de la triple valve est refoulé dans la position de desserrage et l'air du cylindre s'échappe à travers la triple valve de la même manière que lorsque les freins sont desserrés par le machiniste.

III. *Rainure de fuite.* — Afin d'empêcher le serrage automatique des freins, en cas d'une légère fuite dans les conduites ou autres organes, une petite rainure *r* est aménagée dans le corps de chaque cylindre (fig. 776).

Cette rainure établit une communication entre les deux côtés du piston quand les freins sont desserrés.

Si, par suite d'une petite fuite, la triple valve envoie une petite quantité d'air du réservoir auxiliaire au cylindre de frein, cet air passe par la rainure de l'autre côté du piston, comme l'indique la flèche, et s'échappe à l'extérieur le long de la tige du piston, *le piston reste ainsi immobile* ; mais quand on produit une réduction de pression afin de serrer les freins, l'air arrivant plus vite et avec plus de force, le piston est immédiatement refoulé au-delà de la rainure (position figurée en pointillé), et l'air ne peut plus passer de l'autre côté du piston.

C'est pour ce motif que, lors du réglage des freins, on fait toujours en sorte que, *lorsque les freins sont appliqués, la course du piston de frein soit plus longue que la rainure de fuite*, sinon les freins ne se maintiendraient pas serrés.

IV. — Même dans un train entièrement équipé à l'action rapide, la locomotive est toujours pourvue de la triple valve ordinaire ; le tender est armé, comme le train, de la triple valve à action rapide.

*L'échappement de la triple valve de la locomotive est pourvu d'un robinet* qui est fermé dans la position normale (fig. 787).

Dans ces conditions, quand le machiniste desserre les freins du train au moyen du robinet du mécanicien, *le frein de la locomotive reste appliqué*, mais une soupape de purge *s* branchée sur le tuyau de communication de la triple valve au cylindre de frein est placée à portée du machiniste près du levier de changement de marche.

Pour desserrer le frein de la locomotive, le machiniste presse sur le bouton de cette soupape de purge, celle-ci en s'abaissant permet à l'air du cylindre de frein de la locomotive de s'échapper à l'extérieur.

Nous reviendrons sur ce point lors de la manœuvre du frein, page 676.

V. *Double traction.* — Lorsqu'un train est remorqué en double traction, les freins sont sous le contrôle absolu du machiniste conduisant la locomotive de tête.

La deuxième locomotive est alors considérée comme un simple véhicule, il s'ensuit que son réservoir principal doit être isolé du robinet du mécanicien; à cette fin, le machiniste ferme le robinet d'isolement R (fig. 788).

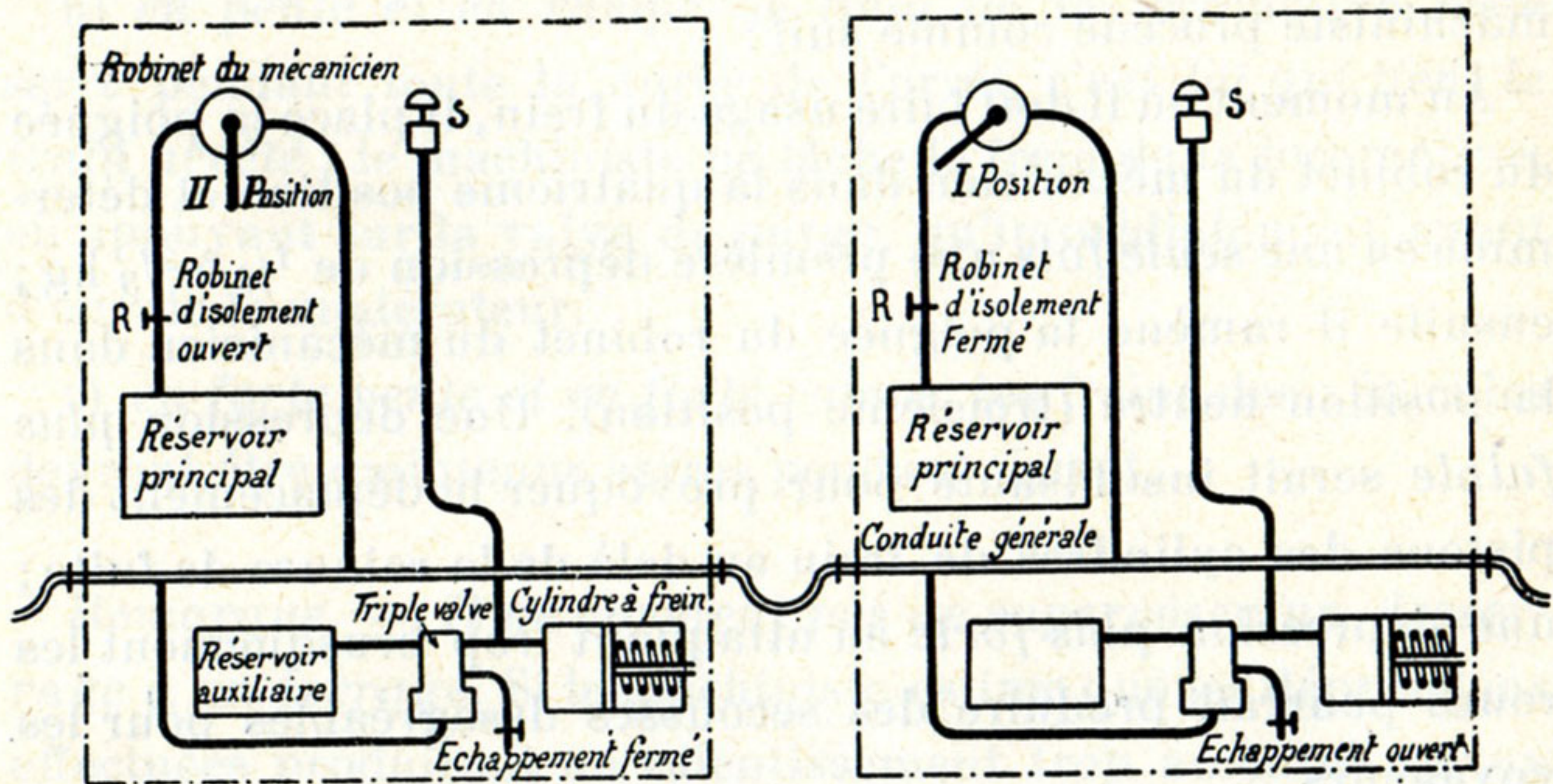


Fig. 787

Fig. 788

Double traction.

Locomotive de tête.

Deuxième locomotive.

Deuxième conséquence: l'orifice d'échappement de la triple valve de la deuxième locomotive doit être ouvert; à cet effet, le machiniste de la deuxième locomotive ouvre le petit robinet monté sur l'orifice d'échappement de la triple valve.

Quant à la poignée du robinet du mécanicien de la deuxième machine, elle est placée et maintenue dans la position de desserrage (position I). Le machiniste de la deuxième locomotive peut ainsi, *en cas de danger*, contribuer au serrage des freins, en mettant son robinet dans la position de serrage d'urgence, mais il ne peut les desserrer puisqu'il ne dispose pas pour le faire de l'excédent de pression de son réservoir principal, seul capable de refouler les pistons des triples valves.

Le deuxième machiniste a soin, toutefois, de faire fonctionner la pompe à air pour maintenir dans le réservoir principal la pression réglementaire de 8 kg afin de pouvoir, le cas échéant, reprendre immédiatement la conduite du frein en cas d'avarie à la pompe à air de la machine de tête.

**14. Manœuvre des freins.** — Il va sans dire que préalablement à tout freinage, soit pour le ralentissement, soit pour l'arrêt, le machiniste ferme le modérateur de la locomotive.

1°) *Pour obtenir un arrêt normal ou un ralentissement*, le machiniste procède comme suit :

Au moment où il doit faire usage du frein, il place la poignée du robinet du mécanicien dans la quatrième position et détermine *en une seule fois* une première dépression de  $\frac{1}{2}$  à  $\frac{2}{3}$  kg ; ensuite il ramène la poignée du robinet du mécanicien dans la position neutre (troisième position). Une dépression *plus faible* serait insuffisante pour provoquer le déplacement des pistons des cylindres de frein au delà de la rainure de fuite ; une dépression *plus forte* en attaquant trop brusquement les roues pourrait produire des secousses désagréables pour les voyageurs.

Après la première dépression, le machiniste augmente à volonté et selon les besoins, l'effort sur les blocs de frein en laissant échapper de l'air de la conduite générale par petites quantités, mais il faut noter que lorsque la dépression totale atteint  $1 \frac{1}{2}$  à 2 kg, les freins sont déjà serrés à fond.

*Après ralentissement*, le machiniste opère le *desserrage* en amenant la poignée du robinet du mécanicien dans la position de desserrage (première position), jusqu'au moment où la pression de régime de 5 kg est atteinte dans la conduite générale et dans les réservoirs auxiliaires. Il veille à ce que la pression dans la conduite générale ne dépasse pas 5 kg ; il ne rouvre son modérateur que lorsque la poignée a été remise à la position de marche (deuxième position).

*Pour l'arrêt* (ordinaire), trois cas se présentent :

A) *en palier*, quand l'arrêt est sur le point de se produire,

c'est-à-dire quand la locomotive effectue son dernier tour de roue, le machiniste desserre les freins du train, les freins des voitures se lâchent, mais comme l'échappement à l'air libre de la triple valve de la locomotive est fermé, l'arrêt s'achève avec le frein de la locomotive.

En procédant ainsi, on permet aux véhicules de prendre leur position normale et l'on évite les réactions dans les attelages.

*Après arrêt complet*, le machiniste, en pressant sur la valve de purge, lâche le frein de la locomotive.

b) *en pente et en rampe*, le frein de la locomotive reste serré pendant toute la durée de l'arrêt, *c'est lui qui tient le train arrêté* ; le machiniste ne lâche le frein de la locomotive, en appuyant sur la valve de purge, qu'immédiatement avant d'ouvrir le modérateur.

c) *en forte pente et en forte rampe*, les freins des véhicules devront être maintenus serrés pendant l'arrêt.

*Remarque.* — Il ne convient pas de superposer un desserrage à un serrage. Si le machiniste estime que les dépressions effectuées produiront un ralentissement trop accentué ou un arrêt prématuré, il devra néanmoins, avant de procéder à un desserrage, attendre que l'échappement d'air du serrage précédent soit terminé. Cela se conçoit : quand on superpose un desserrage à un serrage, la colonne d'air qui circule dans la conduite générale pour s'échapper, rencontre l'air du réservoir principal qui se dirige en sens inverse, d'où production d'un coup de bélier qui desserre les freins de tête, tandis qu'en queue les freins restent appliqués, il s'ensuit des réactions dans les attelages qui provoquent presque fatalement une rupture.

2°) *Arrêt d'urgence.* — Pour effectuer un arrêt ordinaire, le machiniste ne dépasse pas la quatrième position et pour cette raison, si même il serre les freins à fond, c'est-à-dire avec leur maximum d'énergie, l'action rapide n'intervient pas. Mais s'il veut opérer un arrêt d'urgence, il porte vivement la poignée

du robinet à la position extrême de serrage (position V) (fig. 763, page 655), ce qui provoque immédiatement l'action rapide des freins.

Il attend que l'arrêt soit complet avant de procéder au desserrage.

**15. Descente des longues pentes.** — Pour la descente des pentes, les freins doivent être légèrement appliqués avant qu'une vitesse trop grande soit atteinte, la puissance du frein doit alors être graduellement augmentée suivant le besoin, de manière à garder une vitesse uniforme.

Si l'enraiment devient trop grand, le machiniste peut desserrer les freins de la *locomotive* en appuyant sur la valve de purge à sa portée.

Dans les *longues* pentes, l'usage prolongé des freins épuise fortement les réservoirs auxiliaires ; pour les recharger, le machiniste doit, à des moments judicieusement choisis, desserrer momentanément les freins, il doit alors laisser la poignée à la première position assez longtemps pour que la réalimentation des réservoirs auxiliaires soit assurée.

**16. Progrès récents apportés au frein Westinghouse automatique.**

1) *Accélérateur électropneumatique.* — Placé sur les freins automatiques à air comprimé habituels, cet appareil accélère par commande *électropneumatique* les vitesses de propagation du serrage et du desserrage.

2) *Frein électropneumatique.* — Cet appareillage comporte une seule conduite d'air comprimé et deux fils de ligne.

La triple valve de ce frein est actionnée indifféremment par commande pneumatique ou électropneumatique et, dans ce dernier cas, elle réalise *le desserrage modérable* du frein.

Le frein automatique à air comprimé agit dans tous les cas de sorte que la sécurité est toujours assurée.

Le robinet du mécanicien habituel commande *simultanément* les mouvements de la triple valve :



1°) par la voie pneumatique habituelle ;

2°) par la voie électropneumatique ;

au moyen de *contacteurs électriques* commandés pneumatiquement par le robinet et d'*électrovalves* de serrage et de desserrage.

3) *Anti-enrayeur*. — Les risques de calage des roues sont éliminés par les dispositifs anti-enrayeurs.

4) *Détecteur de fuite*. — Cet appareil sonore permet de vérifier avant le départ si la conduite générale de la rame présente une *étanchéité* suffisante.

Il signale, en outre, au machiniste, toute *fuite* anormale se produisant en cours de route.

Le détecteur de fuite sera monté sur les tracteurs électriques commandés par la S. N. C. B.

**17. Frein Westinghouse à puissance autovariable.** — Ce frein est destiné au freinage des trains à grande vitesse.

Il est appliqué à 120 voitures métalliques du service international de la S. N. C. B., aux trains électriques de la ligne Bruxelles-Anvers, ainsi qu'à certains autorails à trois éléments.

Grâce à l'intervention d'un *régulateur à force centrifuge*, ce frein permet de faire varier la pression sur les sabots de frein de telle manière que, à tout instant, la puissance du frein s'ajuste à la valeur limite au-dessus de laquelle le calage des roues risque de se produire.

L'autorégulateur centrifuge *du type normal* s'associe le plus généralement *au frein automatique*, mais il existe un *type spécial* (l'autorégulateur à minimum de pression) qui, lui, s'adapte *au frein direct modérable au desserrage*.

Nous ne parlerons ici que du type normal adapté au frein automatique.

En outre de l'équipement ordinaire du frein automatique (réservoir auxiliaire, triple valve, cylindre de frein), *chaque* véhicule est équipé :

— *d'un cylindre de frein supplémentaire* identique au cylindre de frein normal,

- *d'un réservoir auxiliaire supplémentaire,*
- *de deux valves-relais,*
- *et de l'appareil autorégulateur centrifuge.*

Ce dernier emprunte son mouvement de rotation à un essieu. Il comporte deux masselotes qui, sous l'effet de la force centrifuge, s'écartent l'une de l'autre.

1°) *Lors du serrage et à faible vitesse,* seul le cylindre de frein habituel à pression constante, assure le freinage ; mais *lorsque la vitesse est suffisante* (par exemple, à 80 km/h), les masselotes s'écartent et, par un renvoi de mouvement, ouvrent *une première valve-relais*, ce qui a pour effet d'introduire dans le cylindre de frein *supplémentaire* une pression variable avec la vitesse. Cette pression est toutefois limitée à celle qui règne dans le cylindre de frein habituel à l'intervention de *la seconde valve-relais*, en rapport avec le cylindre de frein normal.

On voit donc que le freinage s'opère en fonction de la vitesse, mais ce freinage ne peut jamais dépasser le double du freinage réalisé par le frein ordinaire.

2°) *Lors du desserrage,* la triple valve habituelle assure, d'une part, l'évacuation de l'air du cylindre de frein *normal* et, d'autre part, par une combinaison d'organes appropriés, effectue de même la vidange du cylindre de frein *supplémentaire*.

Les freins autovariables donnent, à 150 km/h, les mêmes longueurs d'arrêt que les freins traditionnels à 120 km/h.

## B. — FREIN DIRECT

Sur les lignes présentant de longs tronçons à forte déclivité, certaines compagnies de chemin de fer utilisent le frein direct non automatique, qui peut être gradué d'une façon parfaite, tant au serrage qu'au desserrage. Nous décrirons d'abord la disposition simple, qui est appliquée notamment aux tramways ; nous verrons ensuite comment le frein direct peut être

combiné avec le frein automatique, pour former ce qu'on appelle le *frein double*.

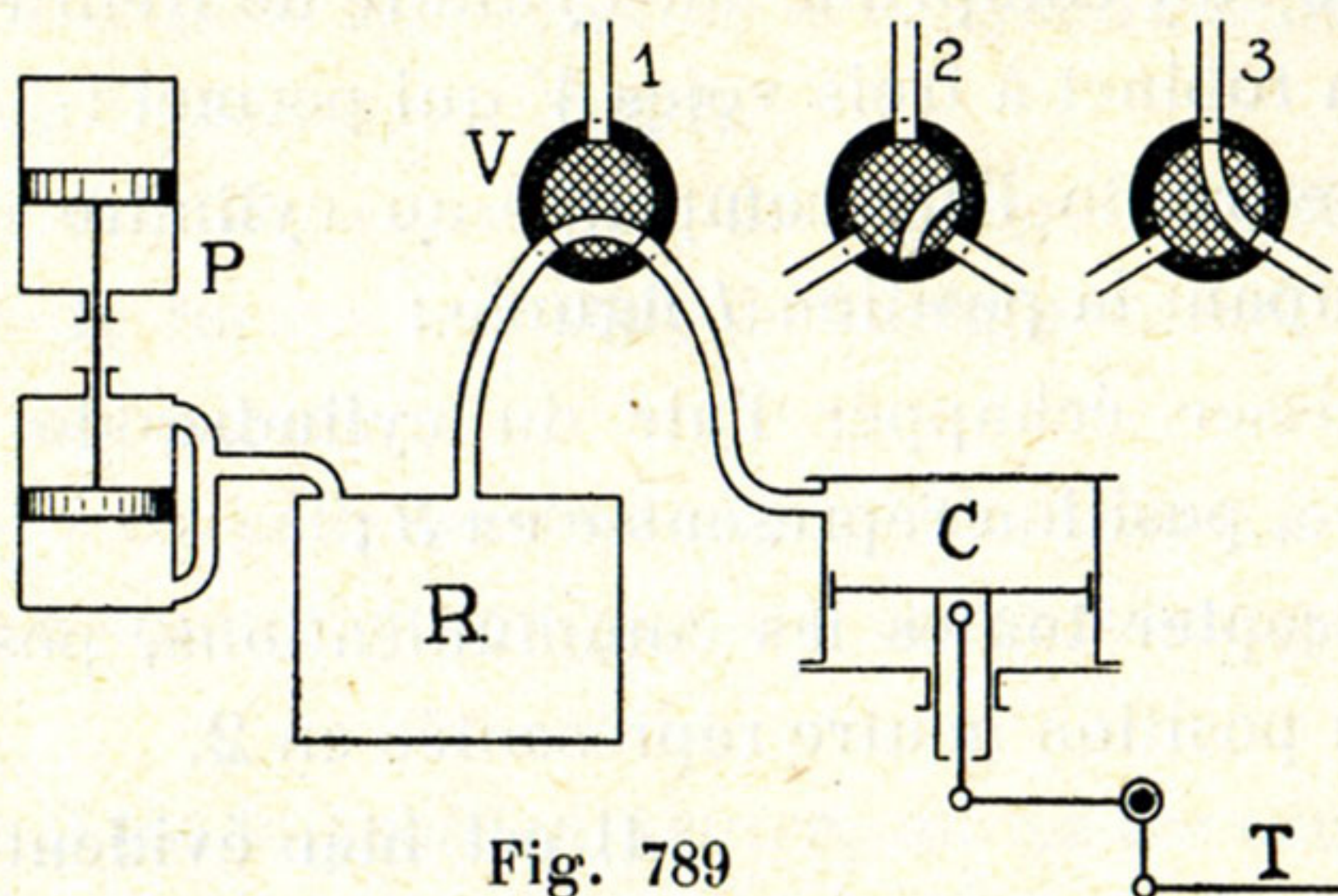


Fig. 789  
Schéma du frein direct.

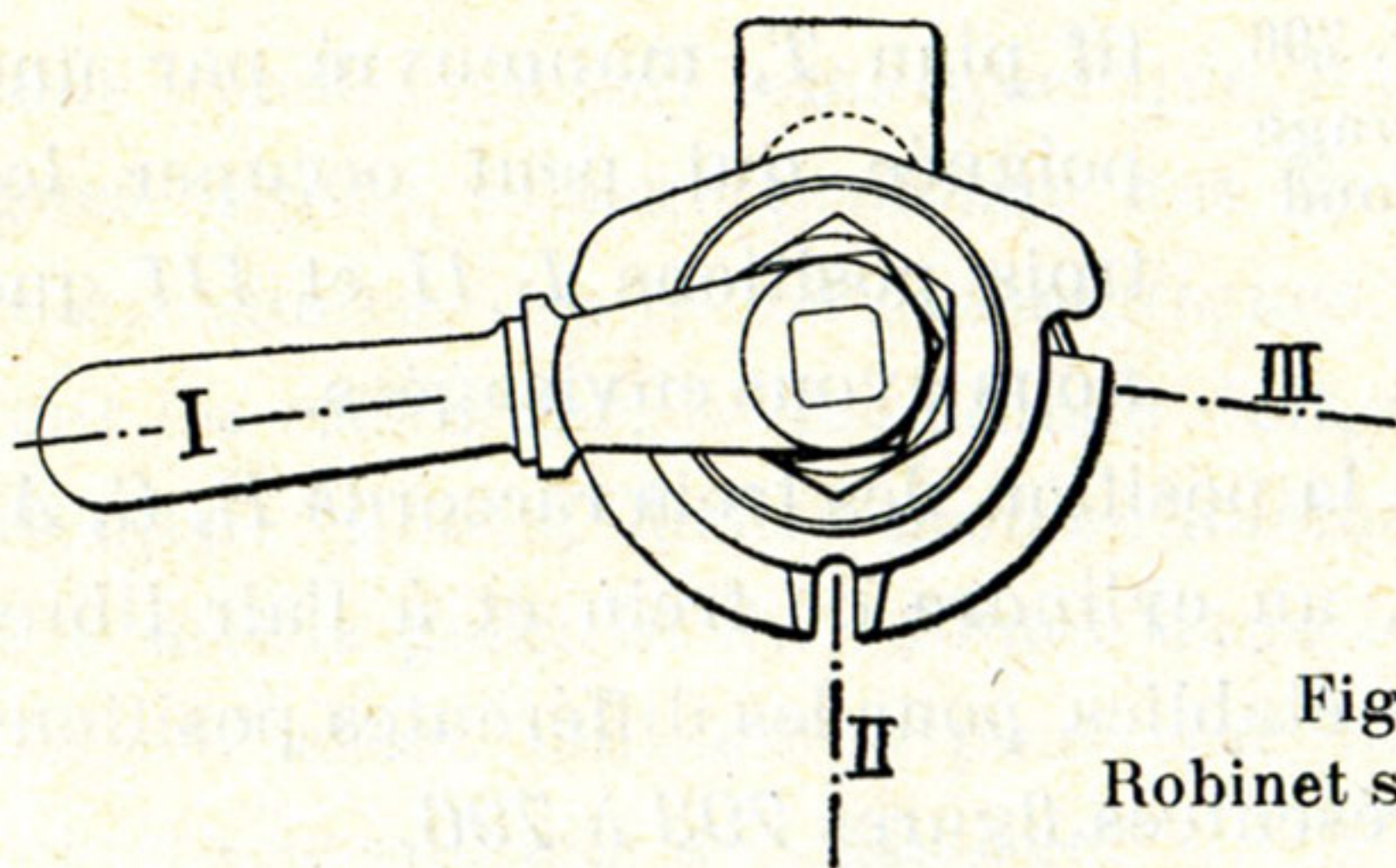
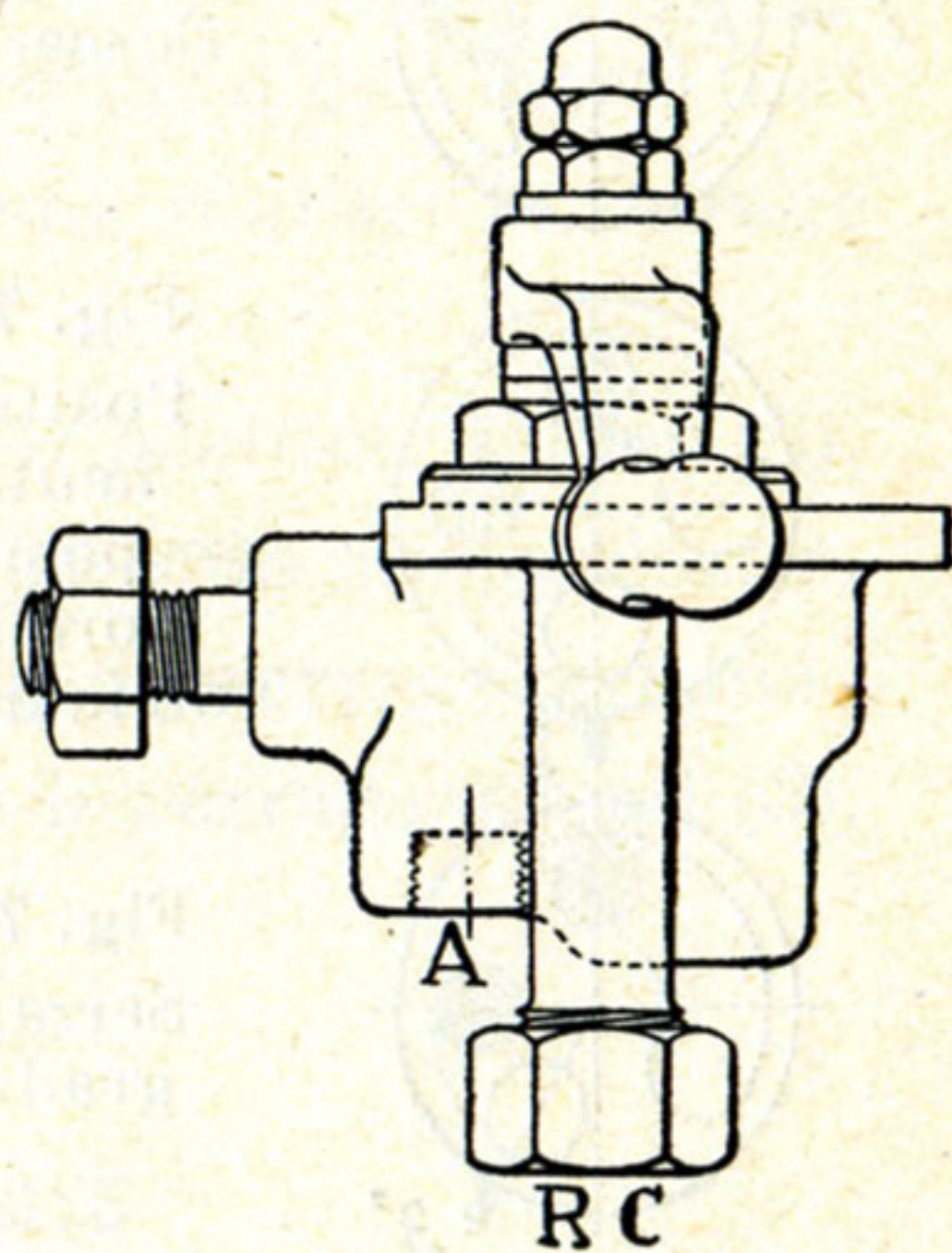
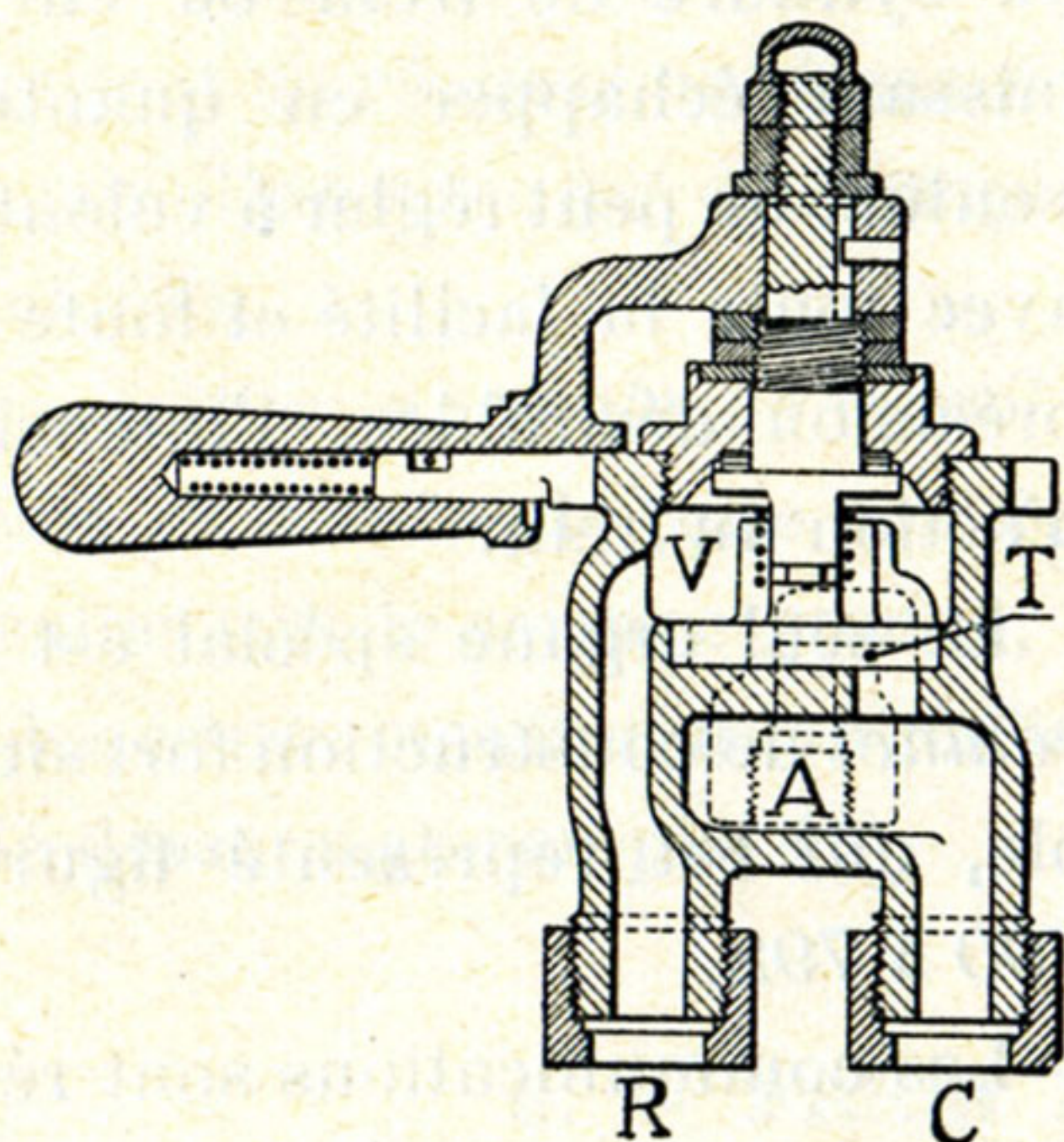


Fig. 790, 791, 792  
Robinet simple du frein direct.

Le schéma figure 789 représente la disposition la plus simple du frein direct. Nous y retrouvons des organes que nous connaissons déjà : la pompe à air ou compresseur *P*, le

réservoir principal *R*, le cylindre de frein *C* actionnant la timonerie du frein *T*.

L'accès de l'air comprimé au cylindre de frein est réglé au moyen d'un robinet à trois voies *V* qui permet :

- d'admettre de l'air comprimé au cylindre de frein, le robinet occupant la position 1 figurée ;
- de laisser échapper l'air du cylindre de frein dans l'atmosphère, position représentée en 3 ;
- d'intercepter toutes les communications, position intermédiaire ou position neutre représentée en 2.

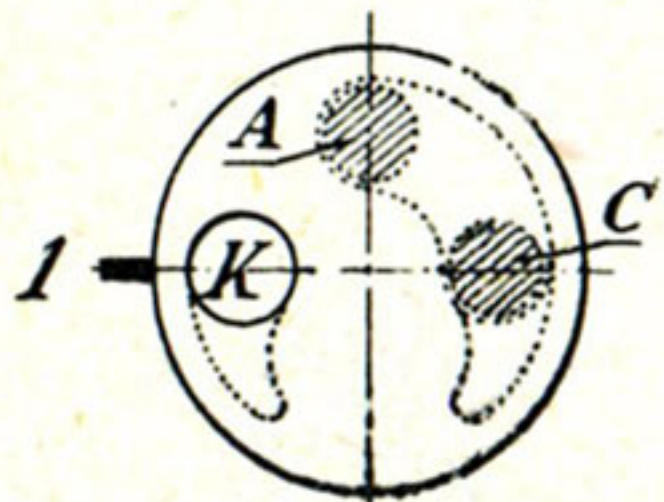


Fig. 793  
Desserrage

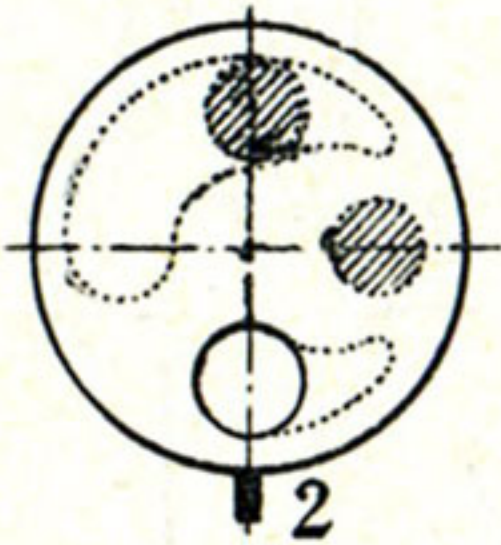


Fig. 794  
Position  
neutre  
= position  
normale  
de marche

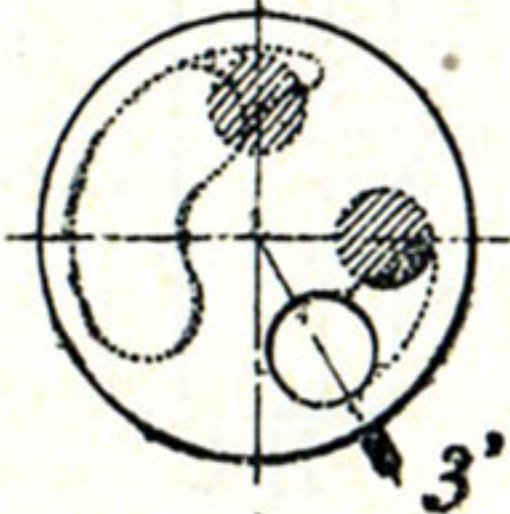


Fig. 795  
Serrage  
gradué

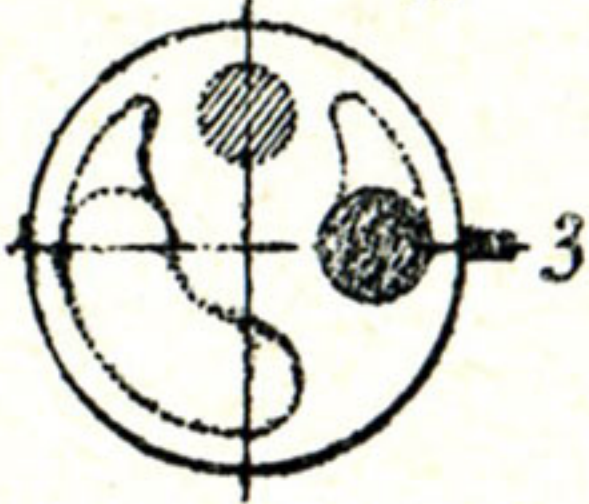


Fig. 796  
Serrage  
à fond

Il est bien évident qu'avec ce dispositif, en admettant de l'air au cylindre de frein ou en le laissant échapper en quantité voulue, on peut régler à volonté, avec toute la facilité et toute la précision désirables, l'intensité d'action du frein.

Le seul organe spécial est le *robinet* de construction fort simple, qui est représenté figures 790 à 792.

Les communications sont réalisées au moyen d'un tiroir rotatif plan *T*, manœuvré par une poignée qui peut occuper les trois positions *I*, *II* et *III* que nous avons envisagées.

Les figures montrent la position des trois raccords *R*, *C*, *A*, au réservoir principal, au cylindre de frein et à l'air libre.

Les communications établies pour les différentes positions de la poignée sont représentées figures 793 à 796.

Les orifices des conduites *A* et *C* dans la glace du tiroir sont indiqués par des hachures, ils sont recouverts par le tiroir au-dessus duquel se trouve une chambre *V* constamment en communication avec le réservoir principal. Le tiroir est

percé d'outre en outre d'un trou *K* ; c'est par ce trou que l'air comprimé affluera en quantité modérée au cylindre de frein pour la position 3' (*serrage gradué*) et en quantité importante pour la position 3 (*serrage à fond*).

Dans la position 3', la section de passage est réduite à un petit segment de forme spéciale, de surface variable suivant la position de la poignée.

La position 1 est celle de *desserrage*, les trous *A* et *C* sont largement en communication par un creux ménagé dans le tiroir.

La position 2 est la *position neutre*, toutes les communications sont interceptées.

Il est visible que les positions intermédiaires entre 1 et 2 permettent de réaliser un *desserrage gradué* d'une façon tout à fait pareille à celle qui était employée pour réaliser le serrage gradué (3').

*La position normale de marche est la position neutre (2).* De part et d'autre de cette position, et pour de faibles écarts, on réalise soit le serrage gradué, soit le desserrage gradué ; pour les écarts maximum, on réalise soit le serrage à fond (3), soit le desserrage complet (1).

### C. — FREIN DOUBLE

Nous avons déjà fait remarquer que, lors de la descente des longues pentes, l'usage prolongé des freins épuise les réservoirs auxiliaires des freins *automatiques*.

Pour les recharger, le machiniste doit, à des moments judicieusement choisis, lâcher momentanément les freins. Pour cela, il met la poignée du robinet dans la 1<sup>re</sup> position et doit l'y laisser assez longtemps pour que la réalimentation des réservoirs auxiliaires soit assurée.

Pendant ce temps, le train reprend de la vitesse et l'on peut craindre l'emballement sur la pente.

Par ailleurs, si, lors du freinage sur ces longues pentes, le ralentissement est trop prononcé, comme le frein automatique

Westinghouse n'est pas modérable au desserrage, le machiniste doit encore une fois desserrer complètement les freins, pour les resserrer ensuite au degré voulu.

La succession de ces serrages et desserrages ne permet pas de donner au train une vitesse uniforme cependant si désirable à tous points de vue. Une vitesse irrégulière rend plus malaisé le maintien de l'horaire, provoque des réactions dans les attelages et favorise le dépassement des signaux à l'arrêt.

Sur certains réseaux, où les profils des voies sont très accidentés ou à très longues pentes, on supplée à la *non* modérabilité au desserrage du frein *automatique* Westinghouse en associant à celui-ci un frein *direct*.

Lorsqu'on veut utiliser concurremment le frein direct et le frein automatique et réaliser ainsi le *frein double*, il faut utiliser *deux conduites générales*, une pour chaque système de frein. Il résulte, en effet, du principe même du frein automatique que, lorsque les freins sont desserrés, la conduite générale est sous pression, tandis qu'alors, pour le frein direct, la conduite générale est vide.

La figure 797 donne la disposition schématique de l'installation du frein direct et du frein automatique sur une locomotive accouplée à son tender. A la S. N. C. B., l'usage du frein direct se borne là; par contre, sur certains réseaux dont les lignes présentent des déclivités importantes et de grandes longueurs, le frein double est utilisé sur tout le train. L'installation du frein double sur les véhicules est d'ailleurs la même que sur le tender.

La conduite générale du frein automatique, représentée par un trait plein fort, part du robinet du mécanicien ( $M_a$ ), s'étend sous la locomotive et sous le tender et se termine à chaque extrémité par un robinet d'arrêt  $A$ . Cette conduite est reliée à la triple valve *ordinaire*  $t$  de la locomotive ainsi qu'à la triple valve à *action rapide*  $T$  du tender. On y voit les organes habituels du frein automatique : le réservoir principal  $R$ , les réservoirs auxiliaires  $r$  et  $r'$ , les cylindres de frein  $C$  et  $C'$  de la locomotive et du tender, le réservoir de manœuvre  $u$ , les soupapes de purge  $s$  et  $s'$  des cylindres de frein.

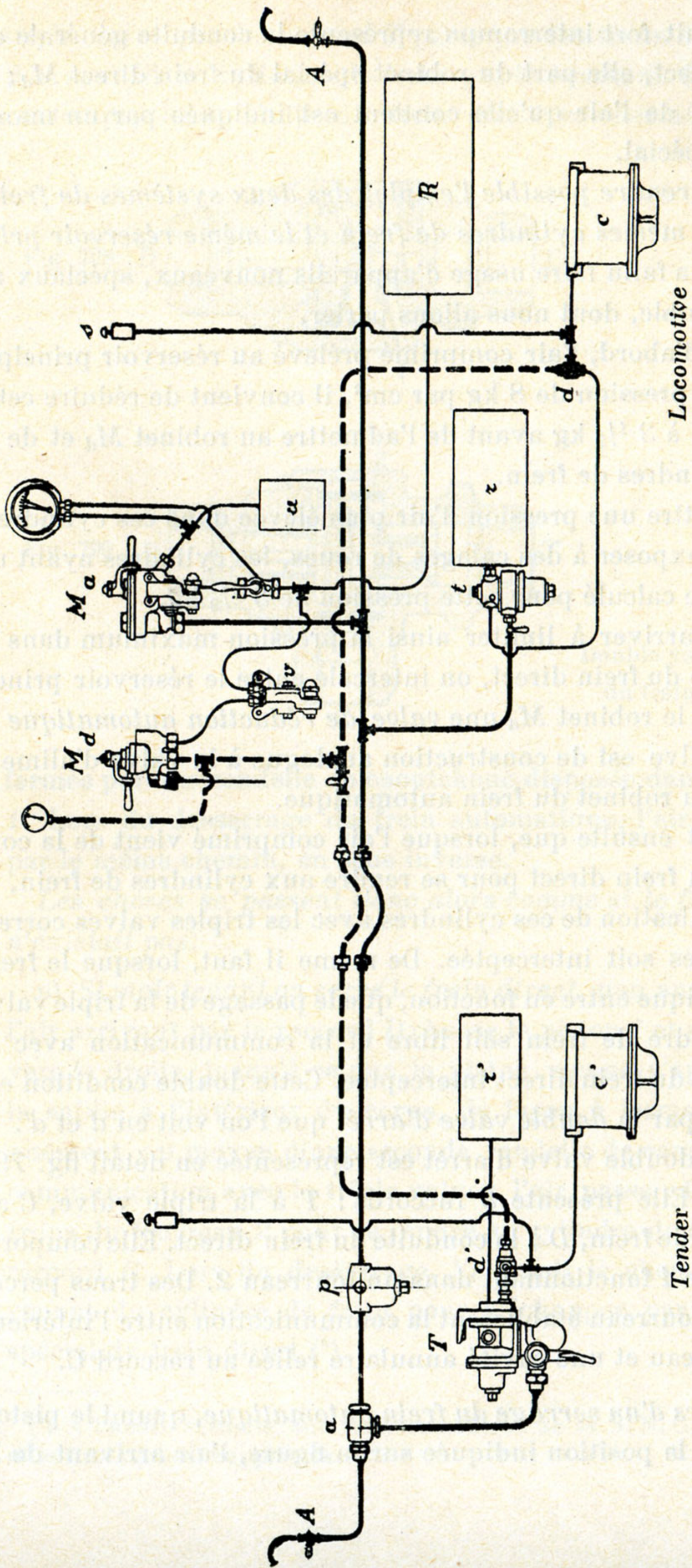


Fig. 797. — Schéma de l'installation du frein double sur une locomotive et son tender.

Le trait fort interrompu représente la conduite générale du frein direct, elle part du robinet spécial du frein direct  $M_d$ ; la pression de l'air qu'elle contient est indiquée par un manomètre spécial.

Pour rendre possible l'emploi des deux systèmes de frein, avec les mêmes cylindres de frein et le même réservoir principal, il a fallu faire usage d'appareils nouveaux, spéciaux au frein double, dont nous allons parler.

Tout d'abord, l'air comprimé prélevé au réservoir principal est à la pression de 8 kg par  $\text{cm}^2$ , il convient de réduire cette pression à  $3 \frac{1}{2}$  kg avant de l'admettre au robinet  $M_d$  et de là aux cylindres de frein.

Admettre une pression d'air plus élevée dans ces cylindres, serait s'exposer à des calages de roues, les cylindres ayant un diamètre calculé pour cette pression de  $3 \frac{1}{2}$  kg.

Pour arriver à limiter ainsi la pression maximum dans la conduite du frein direct, on intercale entre le réservoir principal  $R$  et le robinet  $M_d$  une *valve de réduction automatique*  $v$ . Cette valve est de construction analogue à la valve d'alimentation du robinet du frein automatique.

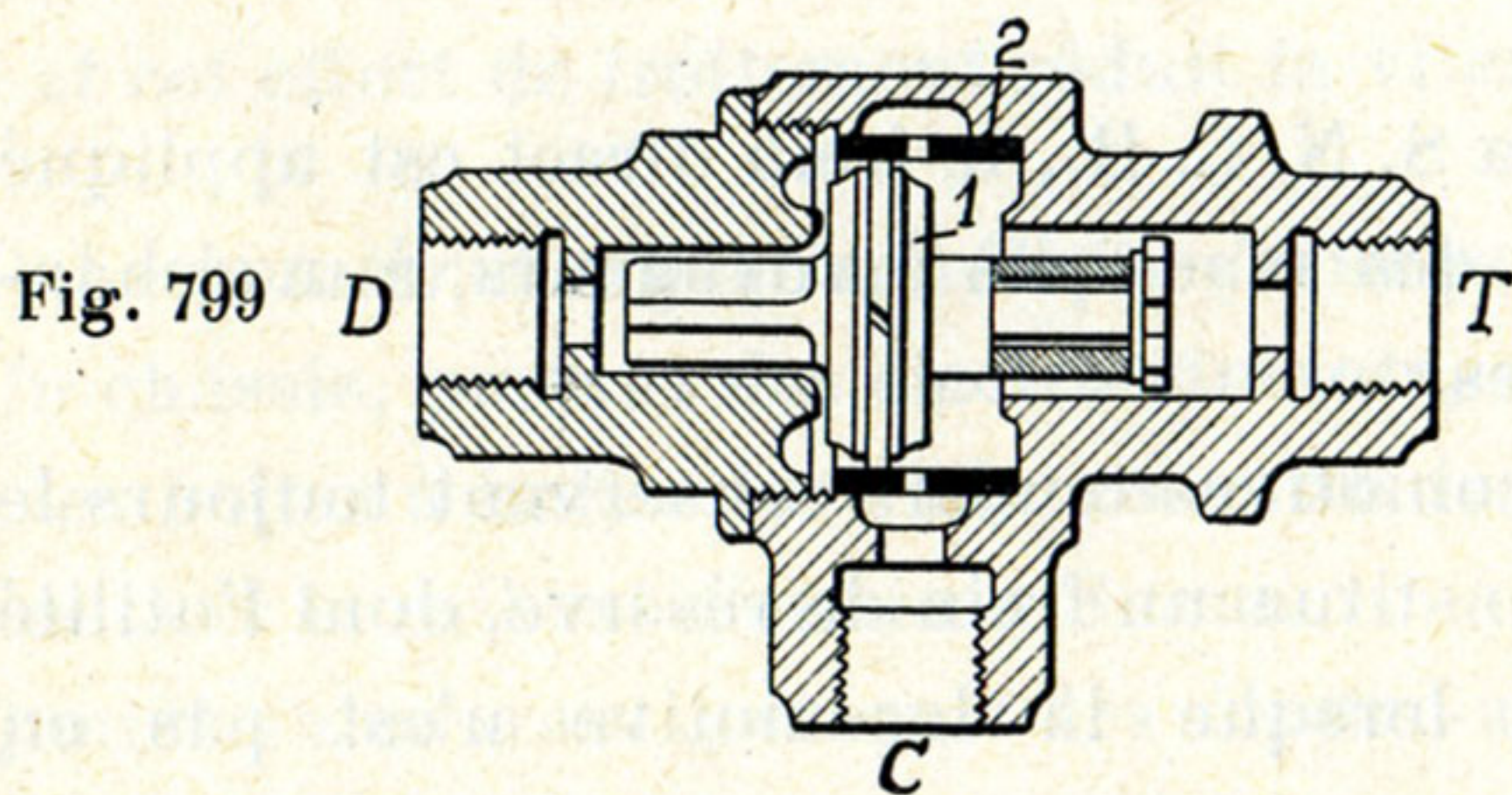
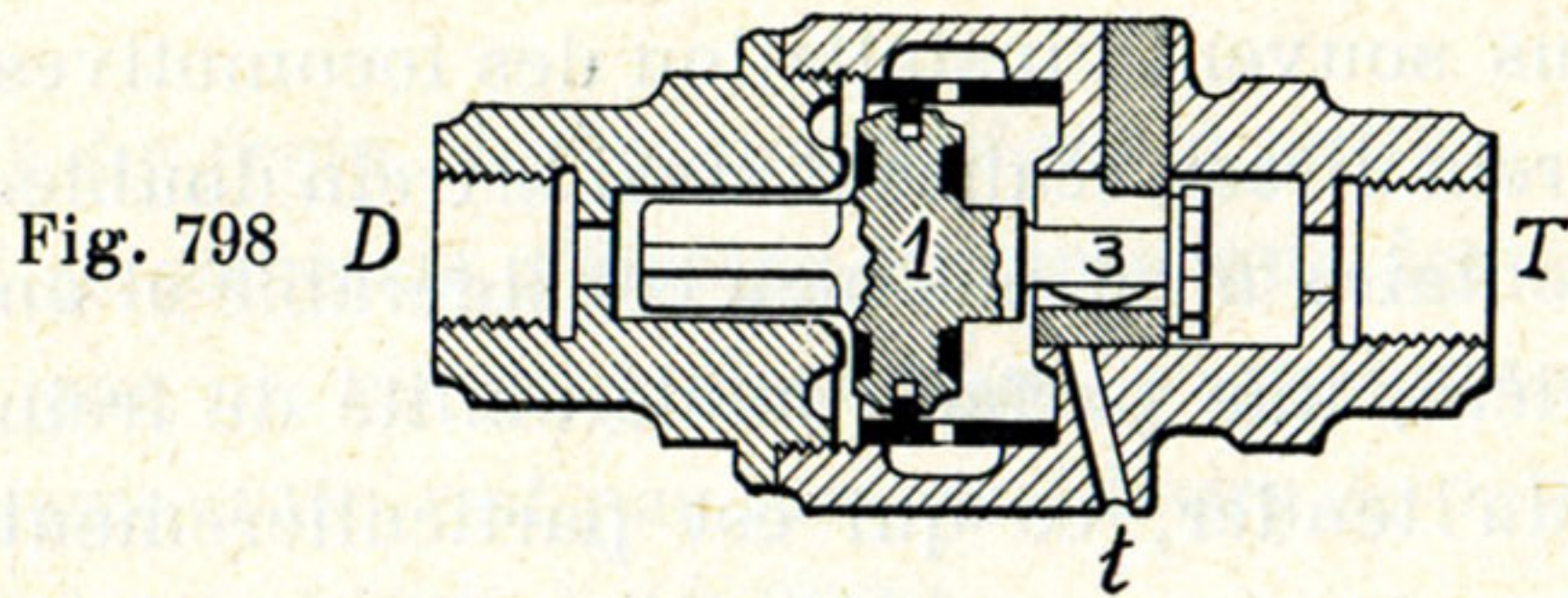
Il faut ensuite que, lorsque l'air comprimé vient de la conduite du frein direct pour se rendre aux cylindres de frein, la communication de ces cylindres avec les triples valves correspondantes soit interceptée. De même il faut, lorsque le frein automatique entre en fonction, que le passage de la triple valve au cylindre de frein soit libre et la communication avec la conduite du frein direct interceptée. Cette double condition est réalisée par la *double valve d'arrêt* que l'on voit en  $d$  et  $d'$ .

Cette double valve d'arrêt est représentée en détail fig. 798 et 799. Elle présente 3 raccords :  $T$  à la triple valve,  $C$  au cylindre de frein,  $D$  à la conduite du frein direct. Elle comporte un piston 1 fonctionnant dans un fourreau 2. Des trous percés dans ce fourreau établissent la communication entre l'intérieur du fourreau et une cavité annulaire reliée au raccord  $C$ .

A) Lors d'un serrage du frein automatique, quand le piston est dans la position indiquée sur la figure, l'air arrivant de la



triple valve par le raccord *T* passe par les trous du fourreau 2 et se rend au cylindre de frein par le raccord *C*. Pendant ce temps, la conduite du frein direct est hermétiquement



Double valve d'arrêt  
du frein double.

fermée par une rondelle de caoutchouc disposée dans le piston 1. Lors du desserrage du frein automatique, l'air s'échappe par le même chemin, en sens inverse.

*Les choses se passent donc alors comme si le frein direct n'existait pas.*

B) *Si maintenant on serre le frein direct, non automatique, l'air arrivant par le raccord *D* chasse le piston 1 et son tiroir 3 vers la droite, jusqu'à ce que le piston vienne s'appuyer sur la saillie à l'intérieur du corps, de façon à fermer hermétiquement, au moyen d'une seconde rondelle de caoutchouc, la communication avec la triple valve ; l'air passe alors par les trous du fourreau 2 pour se rendre au cylindre de frein par le raccord *C*. Lors du desserrage, l'air suit le chemin inverse venant du cylindre de frein pour s'échapper par le robinet spécial du frein direct (\*).*

(\*) A l'heure actuelle, sur les locomotives de la S. N. C. B., le trou et le tiroir 3 sont supprimés.

c) *Lors d'un nouveau serrage du frein automatique, le piston est poussé par l'air arrivant de la triple valve et reprend la position indiquée sur la figure.*

On complète le plus souvent l'installation des locomotives par le placement du frein direct, réalisant ainsi le frein double. La dépense supplémentaire n'est pas bien considérable et on obtient de cette manière, une parfaite modérabilité du frein de la locomotive et du tender, ce qui est particulièrement avantageux aux trains de marchandises et dans les manœuvres de gare.

*Remarque.* — A la S. N. C. B., le frein direct est appliqué à la presque totalité des machines à voyageurs, à marchandises et de manœuvres.

Le tender et les locomotives-tenders conservent toujours le frein à main, qui constitue un frein de réserve, dont l'utilité apparaît notamment lorsque la locomotive n'est pas en pression.

La timonerie du frein à main est étudiée de manière à être commune aux deux freins.

#### **D. — FREIN A AIR COMPRIMÉ ET FREIN ÉLECTROMAGNÉTIQUE SUPERPOSÉS**

Les grandes vitesses aujourd'hui réalisées exigent des freins de plus en plus puissants, mais l'action des freins *sur les roues* est rapidement limitée par l'adhérence des bandages sur les rails.

Au fur et à mesure que l'on augmente la pression sur les sabots de frein, la vitesse diminue et il arrive un moment où le frottement au contact des sabots et du bandage dépassant l'adhérence, la roue se cale. A partir de ce moment, le freinage diminue d'intensité.

C'est pourquoi il est intéressant d'obtenir des freinages plus puissants, *en superposant* à la pression des sabots de frein

agissant sur les roues, un effort de freinage indépendant de l'adhérence. C'est ce que réalise le frein électromagnétique agissant sur le rail.

Le frein électromagnétique a été construit sous deux formes :

A) *Le frein électromagnétique à patin.*

Il se compose d'électro-aimants qui, lorsqu'ils sont parcourus par un courant électrique, s'appliquent sur la table de roulement du rail par l'intermédiaire de patins, avec une force variant de 2.000 à 10.000 kg.

Le mouvement du véhicule oblige les patins à frotter sur le rail et cet effort de frottement réduit la vitesse du véhicule.

B) *Le booster électromagnétique (sans patin).*

Un châssis, portant des électro-aimants, repose directement sur les boîtes à huile. La distance entre les pôles des électro-aimants et le rail est d'environ 8 mm.

Quand un courant parcourt les électro-aimants, l'aimantation qui en résulte augmente la pression sur les rails d'environ 30 %. Sans augmenter la masse, on obtient donc le même effet que si le poids était augmenté. Cette circonstance permet d'accroître l'effort de freinage sans caler les roues.

Avec une automotrice, roulant à 85 km/h et pesant 34 tonnes, on a obtenu les distances d'arrêt ci-après :

- avec le booster électromagnétique seul : 265 m,
- avec le frein à air comprimé seul : 230 m,
- avec les deux freins agissant ensemble : 157 m.

## E. — RÉGLEUR DE FREIN SAB, TYPE DR (DOUBLE ACTION RAPIDE).

Comme les sabots de frein et les bandages des roues s'usent en service, on règle de temps en temps à la main les sabots en les rapprochant des roues, soit par l'action de tiges filetées et d'écrous, soit en changeant l'attache des tringles percées à cet effet de plusieurs trous.

Ce réglage doit de même se faire lors du remplacement des sabots usés.

Il faut en même temps régler la timonerie pour que la course du piston du cylindre de frein reste dans les limites voulues.

Le régleur de frein *SAB* supprime tout réglage à la main ; il fonctionne *automatiquement* et il est à *double action*, c'est-à-dire qu'il travaille dans les deux sens : il augmente les jeux des sabots quand ils sont trop petits, il les diminue quand ils sont trop grands.

La description de cet appareil nous entraînerait trop loin, qu'il nous suffise de dire que ce régleur de frein est caractérisé par l'emploi *d'une vis de réglage à grand pas*.

Par suite de ce grand pas, la vis de réglage est *réversible* ; il s'ensuit que le régleur a une tendance à se dévisser, lorsqu'on serre le frein, sous la seule action de la force du freinage.

Mais, à l'intérieur du mécanisme se trouve un *dispositif de blocage* qui empêche ce mouvement de dévissage de l'appareil dès que le piston de frein a parcouru une course déterminée, correspondant à l'application des sabots avec les jeux normaux entre sabots et bandages.

Si les jeux sont trop petits, le régleur *se dévisse et s'allonge* tant que le piston n'a pas parcouru la course fixée. Le dispositif de blocage arrête ensuite le mouvement de dévissage.

Le régleur de frein *SAB*, type *DR*, est appliqué aux 100 wagons fermés de la S. N. C. B., équipés du dispositif auto-continu *SAB* réalisant le freinage proportionnel à la charge.

---

## CHAPITRE III

# FREIN WESTINGHOUSE AMÉRICAIN 6 ET POUR LOCOMOTIVES ET TENDERS (\*)

### 1. But.

Nous avons vu que le frein Westinghouse automatique n'est pas modérable au desserrage (page 634). Il s'ensuit qu'avec ce type de frein, une diminution de l'effort de freinage ne peut être obtenue qu'en lâchant complètement les freins et en les resserrant à nouveau au degré inférieur désiré.

C'est pour remédier à ce manque de souplesse que l'on a imaginé de rendre indépendants l'un de l'autre le freinage du groupe locomotive-tender du freinage de la rame remorquée, et cela par la combinaison suivante :

1) *Le frein automatique habituel* agit sur le train tout entier, mais d'une manière différente, bien que simultanée, pour le groupe locomotive-tender d'une part et pour la rame remorquée d'autre part.

2) *Un frein indépendant*, du type du *frein direct* et, par conséquent modérable au desserrage, est monté sur la locomotive et sur le tender et n'intéresse pas les véhicules constituant la rame.

C'est l'ensemble de ces deux freins qui est dénommé : *frein Westinghouse 6 ET*.

Le frein 6 ET est appliqué aux locomotives belges type 29, mais sur ces machines, le régulateur de la pompe à air ne comporte qu'une seule tête de pression.

### 2. Généralités.

*Le frein automatique de la rame proprement dite* est commandé par un « robinet à décharge égalisatrice » H 6, que

---

(\*) Pour les détails de construction, voir la notice de la Compagnie Westinghouse de 1946.

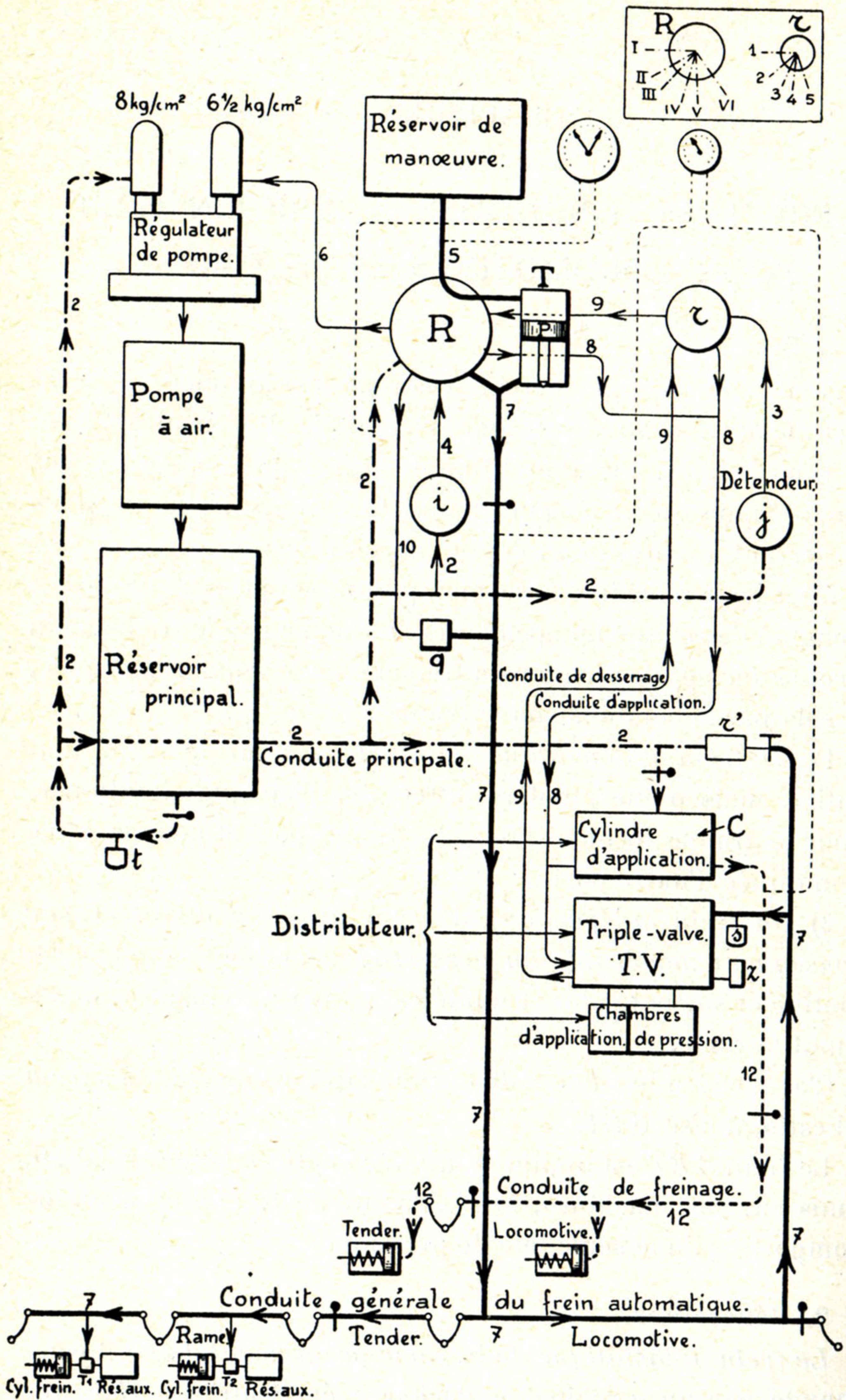


Fig. 800. — Schéma d'ensemble du frein Westinghouse 6 ET pour locomotives et tenders.

nous désignerons dorénavant par la lettre *R*, du type habituel, mais dont la poignée peut occuper dans ce cas particulier six positions au lieu de cinq.

*Le frein direct indépendant de la locomotive et du tender* est manœuvré par un « robinet indépendant » *S6*, que nous désignerons par la lettre *r*, dont la poignée peut occuper cinq positions.

### 3. Possibilités de l'équipement spécial 6 ET.

Le machiniste peut effectuer à volonté :

1°) avec le robinet à décharge égalisatrice *R* :

a) le serrage à l'action graduée ordinaire ou, si c'est nécessaire, à l'action rapide de tous les freins du train entier (locomotive, tender et rame remorquée).

b) le desserrage uniquement des freins de la rame remorquée, c'est-à-dire non compris les freins de la locomotive et du tender.

c) le desserrage des seuls freins de la locomotive et du tender.

2°) avec le robinet indépendant *r* :

a) le serrage indépendant (modéré ou énergique) des freins de la locomotive et du tender.

b) le desserrage indépendant des freins de la locomotive et du tender.

Nous insistons sur ce point que le robinet indépendant *r* n'intéresse que les freins du groupe locomotive et tender, alors que le robinet à décharge égalisatrice *R* intéresse les freins du train entier.

### 4. Particularités qui distinguent l'équipement de la locomotive et du tender.

1°) L'équipement 6 ET ne comporte pas de « réservoir auxiliaire » pour l'alimentation des cylindres de frein de la locomotive et du tender.

Ces cylindres de frein sont alimentés par de l'air comprimé venant *directement du réservoir principal*, comme dans un frein direct.

Il en est ainsi, que le mode de freinage soit indépendant ou automatique.

L'air comprimé du réservoir principal passe, par l'intermédiaire du robinet *R*, dans la *conduite générale 7* (voir figure d'ensemble 800), puis pénètre dans une *triple valve* spéciale *TV*, mais, comme ici, il n'y a pas de réservoir auxiliaire, ce n'est pas cette triple valve qui fournit directement l'air de freinage aux cylindres de frein de la locomotive et du tender. Cette triple valve alimente un « *cylindre d'application* » *C*, et c'est celui-ci qui fournit l'air de freinage aux cylindres de frein de la locomotive et du tender par la *conduite de freinage 12*.

L'ensemble formé par la triple valve *TV* et le cylindre d'application *C* constitue ce que l'on appelle « *le distributeur* ».

2°) Alors que dans le frein automatique, la locomotive et le tender possèdent *tous deux* une triple valve (c'est-à-dire un distributeur à trois voies, établissant les communications nécessaires entre la conduite générale, le réservoir auxiliaire et le cylindre de frein), dans le frein *6 ET* il n'y a *qu'un seul distributeur* (c'est-à-dire une seule triple valve *TV* et un seul cylindre d'application *C*) pour le groupe locomotive et tender.

C'est ce distributeur unique qui alimente la « *conduite de freinage* » *12*, sur laquelle sont branchés les cylindres de frein de la locomotive et du tender.

3°) Grâce à ces particularités, *les freins de la locomotive et du tender sont modérables*, aussi bien au desserrage qu'au serrage.

4°) On peut à tout instant *obtenir la pression maximum de freinage* dans les cylindres de frein de la locomotive et du tender.

5°) Comme on dispose d'un frein direct, on ne doit jamais craindre de manquer d'air dans les cylindres de frein de la locomotive et du tender, alors que cela peut se produire avec



le frein automatique habituel à la suite de l'épuisement des réservoirs auxiliaires (descente des longues pentes, page 683).

6°) L'équipement permet d'obtenir, *lors des serrages à l'action rapide*, une pression dans les cylindres de frein de la locomotive et du tender qui, au début, est de 30 % plus élevée que la pression *maximum* correspondant aux serrages gradués ordinaires.

Grâce à une *soupape de sûreté* branchée sur le distributeur, cette pression retombe automatiquement à un taux égal à celui des serrages ordinaires.

7°) Par la manœuvre d'un petit volant fixé à *la valve d'alimentation* du robinet à décharge égalisatrice, on règle à 5 kg/cm<sup>2</sup> la pression de l'air comprimé dans la conduite générale de la rame remorquée.

8°) *Pompe à air*. — Pour la commande de la pompe à air, l'équipement se distingue par la présence d'un régulateur à *deux têtes réglables*. A l'intervention de ces deux têtes, la pression de l'air comprimé, emmagasiné dans le réservoir principal de la locomotive, varie *automatiquement* suivant les besoins du frein.

Les choses se passent comme suit :

A) *En marche normale*, la pression de l'air dans le réservoir principal est réglée par la tête basse pression *BP* du régulateur de la pompe à air.

B) *Pendant le serrage des freins*, la pression dans le réservoir principal est réglée par la tête haute pression *HP* de manière à disposer, lors du desserrage, d'une réserve d'air pour réalimenter plus rapidement la conduite générale de la rame.

9°) L'équipement *6 ET* permet encore de compenser *automatiquement* les fuites dans les cylindres de frein de la locomotive et du tender, à l'intervention *du distributeur*.

Cette compensation a lieu *même si les fuites sont importantes*, à la condition naturellement que le débit de la pompe à air soit suffisant.

## 5. Fonctionnement.

Nous examinerons successivement la manœuvre :

A) *du frein automatique avec le robinet à décharge égalisatrice R.*

B) *du frein indépendant direct avec le robinet indépendant r.*

Notons dès maintenant que, lorsque l'on se sert du robinet *R* du frein automatique, la poignée du robinet indépendant *r* est constamment maintenue dans sa position normale de marche (position 2), voir page 725.

### A. — Manœuvre du frein automatique avec le « robinet du mécanicien à décharge égalisatrice » R

Le « robinet du mécanicien » à décharge égalisatrice *R* est comparable au robinet du même nom décrit aux pages 650 et suivantes, mais ici, la poignée de ce robinet peut occuper six positions au lieu de *cinq*, à savoir :

#### Position I.

a) *Au départ du train* : alimentation générale en air comprimé des freins du train entier (fig. 801).

b) *En service, après un serrage, desserrage rapide des freins de la rame remorquée seulement.*

#### Position II.

*Position normale de marche.*

a) Desserrage des freins de *la locomotive et du tender* (fig. 802).

b) Desserrage des freins de la rame et alimentation de la conduite générale à la pression normale de 5 kg/cm<sup>2</sup>.

#### Position III.

Passant directement de la position *I* à la position *III*, *maintien du serrage des freins de la locomotive et du tender* après desserrage des freins de la rame remorquée (fig. 806).

**Position IV.**

*Position neutre ou d'isolement (fig. 804).*

**Position V.**

Serrage des freins du *train entier* à l'action *ordinaire* graduée (fig. 803).

**Position VI.**

Serrage des freins *du train entier* à l'action *rapide* (fig. 808).

*Remarque.* — Pour *toutes* ces positions du robinet à décharge égalisatrice *R*, le robinet indépendant *r* est dans la 2<sup>e</sup> position (fig. 801 à 808).

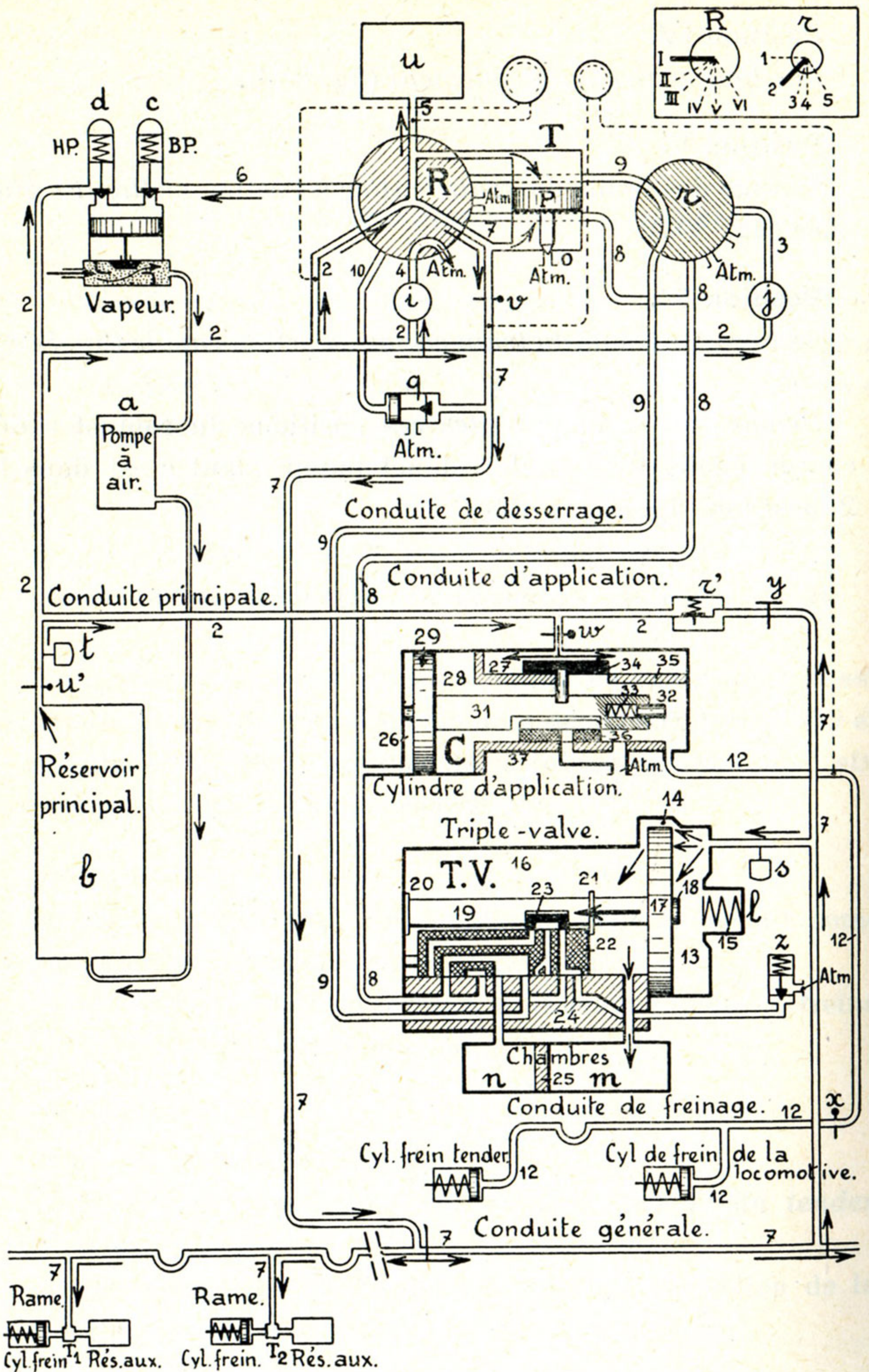


Fig. 801. — Robinet **R** du frein automatique

**Position I**

Position d'alimentation générale en air comprimé du train entier. En service, après un serrage, desserrage *rapide* des freins de la rame remorquée, c'est-à-dire exception faite des freins de la locomotive et du tender.

Reprenons en détail chacune de ces six positions :

*Position I du robinet R.*

*Mise en charge du frein, c'est-à-dire alimentation générale en air comprimé du frein du train entier.*

La figure 801 montre que pour la position *I*, l'air comprimé du réservoir principal s'en va, par la conduite *principale 2*, alimenter, par l'intermédiaire du robinet *R* :

la conduite *générale 7* et toutes les triples valves  $T_1, T_2 \dots$  de la rame remorquée,

le réservoir de manœuvre *u*,

les deux chambres du piston égalisateur *P*,

les deux têtes du régulateur de la pompe à air,

la chambre 13 de la triple valve *TV*.

La chambre 27 du cylindre d'application *C* est alimentée directement par la conduite principale 2.

Dans ces conditions, l'air comprimé de la conduite générale 7 pousse à fond vers la gauche le piston 17 de la triple valve *TV*. Cet air pénètre par la rainure d'alimentation 14 dans la chambre de distribution 16, ainsi que dans la *chambre de pression m* de la triple valve.

En outre, le robinet *R* met en communication avec l'atmosphère la conduite 4 de la valve d'alimentation automatique *i*, ce qui produit un sifflement qui avertit le machiniste qu'il ne doit pas maintenir la poignée du robinet *R* dans la première position.

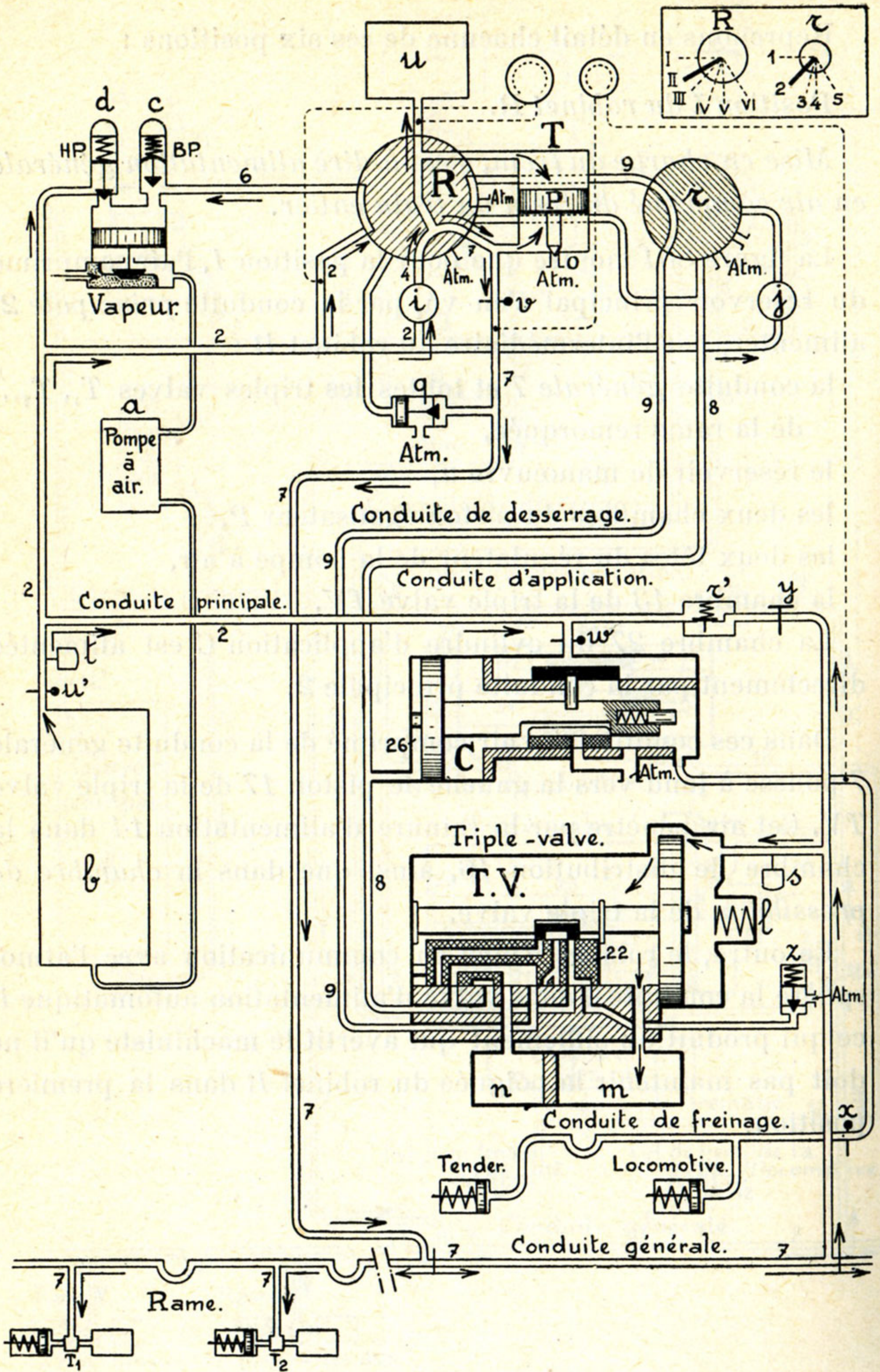


Fig. 802. — Robinet R du frein automatique

**Position II**

Position normale de marche

Desserrage des freins de la locomotive et du tender

Desserrage des freins de la rame remorquée

Alimentation de la conduite générale à la pression de 5 kg/cm<sup>2</sup>.

*Position II du robinet R.**Position normale de marche.*

Dans cette position (fig. 802), le robinet ne permet plus à l'air du réservoir principal de passer directement dans la conduite *générale* 7. L'alimentation de la conduite générale est néanmoins assurée à l'intervention de la valve d'alimentation *i*, dont le rôle (comme nous l'avons vu page 648, 2<sup>e</sup> position du robinet à décharge égalisatrice) est de maintenir une pression de 5 kg/cm<sup>2</sup> dans la conduite générale.

La pression de 5 kg/cm<sup>2</sup> dans la conduite générale 7 maintient *desserrés*, pendant la marche, tous les freins du *train entier* (locomotive, tender et rame).

En même temps, le robinet *R* met en communication la *conduite de desserrage* 9 avec l'atmosphère et, par conséquent, également la *chambre d'application* *n* de la triple valve *TV*, ainsi que la chambre réceptrice 26, ces chambres étant en communication avec la conduite de desserrage 9 par les canaux pratiqués dans le tiroir égalisateur 22 de la triple valve *TV*.

Enfin, le robinet *R* maintient la communication entre la conduite *principale* 2 et la tête *basse pression* du régulateur de la pompe à air.

*Remarque.* — Pour la compréhension des figures, il a été nécessaire d'agrandir les organes du cylindre d'application *C* et de la triple valve *TV*. Il en résulte que la chambre de pression *m* et la chambre d'application *n* apparaissent comme étant de volume beaucoup moindre à ce qui correspond à la réalité.

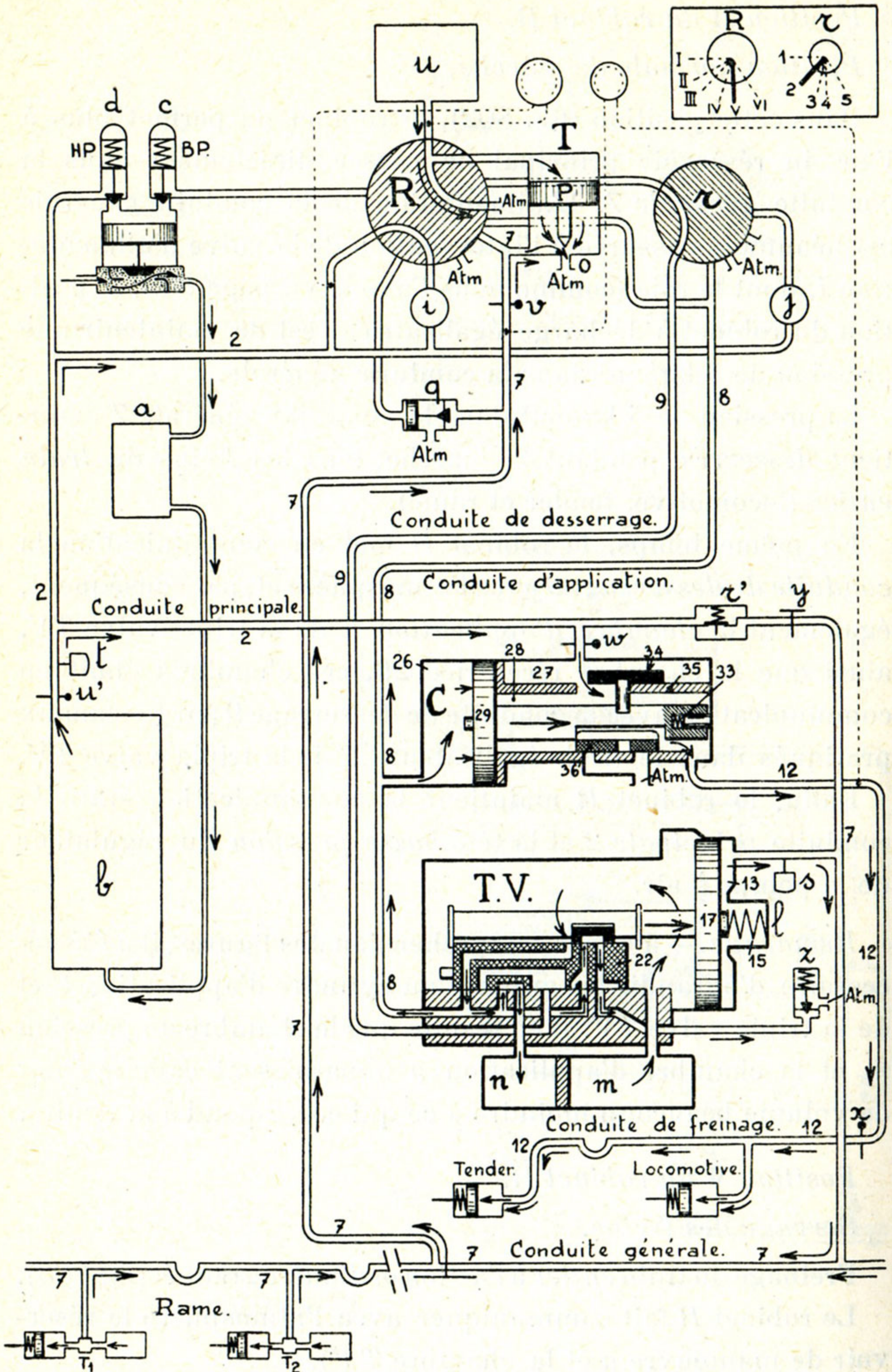
*Position V du robinet R.**Serrage des freins.*

Freinage du *train entier* à l'action *ordinaire* graduée (fig. 803).

Le robinet *R* fait communiquer avec l'atmosphère le réservoir de manœuvre *u* et la chambre *T* (\*).

De ce chef, la pression baisse dans la chambre *T*. Dès ce moment, la pression de l'air de la conduite *générale* 7 l'em-

(\*) Sur la figure 803, la direction de la flèche au-dessus du piston égalisateur *P* est représentée à l'envers.

Fig. 803. — Robinet **R** du frein automatique**Position V**Serrage des freins du train entier à l'action *ordinaire* graduée.



porte sur celle de la chambre  $T$ , le piston égalisateur  $P$  se soulève et sa tige démasque l'orifice  $o$ .

Une certaine quantité d'air s'échappe par cette ouverture, de sorte qu'une chute de pression *modérée* survient dans la conduite générale 7 et, ensuite de cela, par le jeu des triples valves  $T_1, T_2, \dots$ , tous les freins de la rame remorquée se serrent (comme nous l'avons vu à la page 649 à propos du robinet à décharge égalisatrice habituel, 4<sup>e</sup> position).

Mais cette chute de pression dans la conduite générale 7 se fait sentir *également* dans la chambre 13 de la triple valve  $TV$ . Là, sous l'effet de cette dépression, le piston 17 se déplace vers la droite, sans toutefois comprimer le ressort de graduation 15 et s'arrête dans la position représentée sur la figure.

Aussitôt, l'air qui avait été admis dans la chambre de pression  $m$ , quand le robinet  $R$  était dans les positions 1 et 2, va jouer un rôle analogue à celui de l'air des réservoirs auxiliaires du frein automatique habituel, cet air va pénétrer, par les canaux du tiroir égalisateur 22 dans la chambre d'application  $n$ , sous la soupape de sûreté  $z$ , dans la conduite d'application 8 et, par là, dans la chambre réceptrice 26 du cylindre d'application  $C$ .

*Que va-t-il alors se passer ?*

Le piston d'application 29 se déplace lentement vers la droite jusqu'à fond de course, en comprimant graduellement le ressort de rappel 33 et en entraînant le tiroir d'admission 34 ainsi que le tiroir d'échappement 36.

Le tiroir d'admission 34 entr'ouvre ainsi graduellement la lumière d'admission pratiquée dans la glace 35 de la chambre 27, ce qui provoque une admission *modérée* de l'air du réservoir principal dans la chambre 28 du cylindre d'application, d'où cet air du réservoir principal passe directement par la conduite 12, dans les cylindres de frein de la locomotive et du tender, tout comme cela se passe dans un frein direct (voir fig. 789 et pages 681 à 683), mais il ne s'agit que d'une application *modérée* de ces freins.

Dans cette position (fig. 803) le robinet  $R$  coupe la communication entre la conduite principale 2 et la tête basse pression du régulateur.

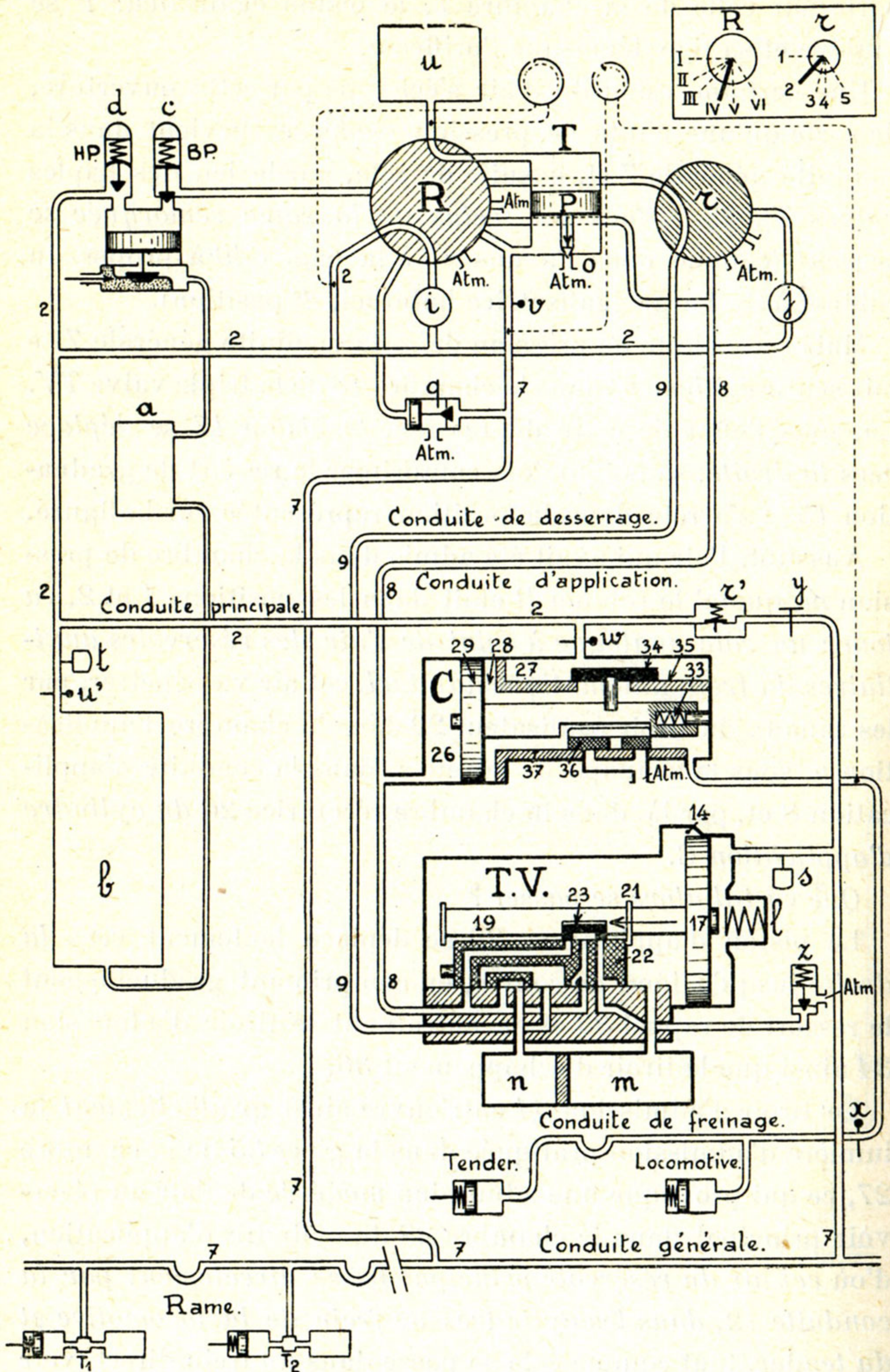


Fig. 804. — Robinet R du frein automatique

**Position IV**

Position neutre ou d'isolement.

*Position IV du robinet R.**Position neutre ou position d'isolement.*

La position neutre sert à maintenir les freins serrés après un freinage de service, jusqu'à ce que l'on veuille *ou bien* les serrer davantage *ou bien* les desserrer (fig. 804).

Tous les orifices sont fermés ; nous voyons en effet que dans cette position, le robinet *R* isole encore la conduite principale 2 de la tête basse pression du régulateur de la pompe à air (comme dans la position *V* ci-avant correspondant au freinage modéré), mais cette fois, *il interrompt toutes les communications* entre l'atmosphère, d'une part, et le réservoir de manœuvre *u* et la chambre *T* du piston égalisateur *P*, d'autre part.

Il s'ensuit que le piston égalisateur *P* redescend et ferme l'orifice d'échappement *O* de l'air de la conduite générale 7.

Dès lors :

1°) les triples valves  $T_1, T_2, \dots$ , de la rame remorquée maintiennent les freins serrés,

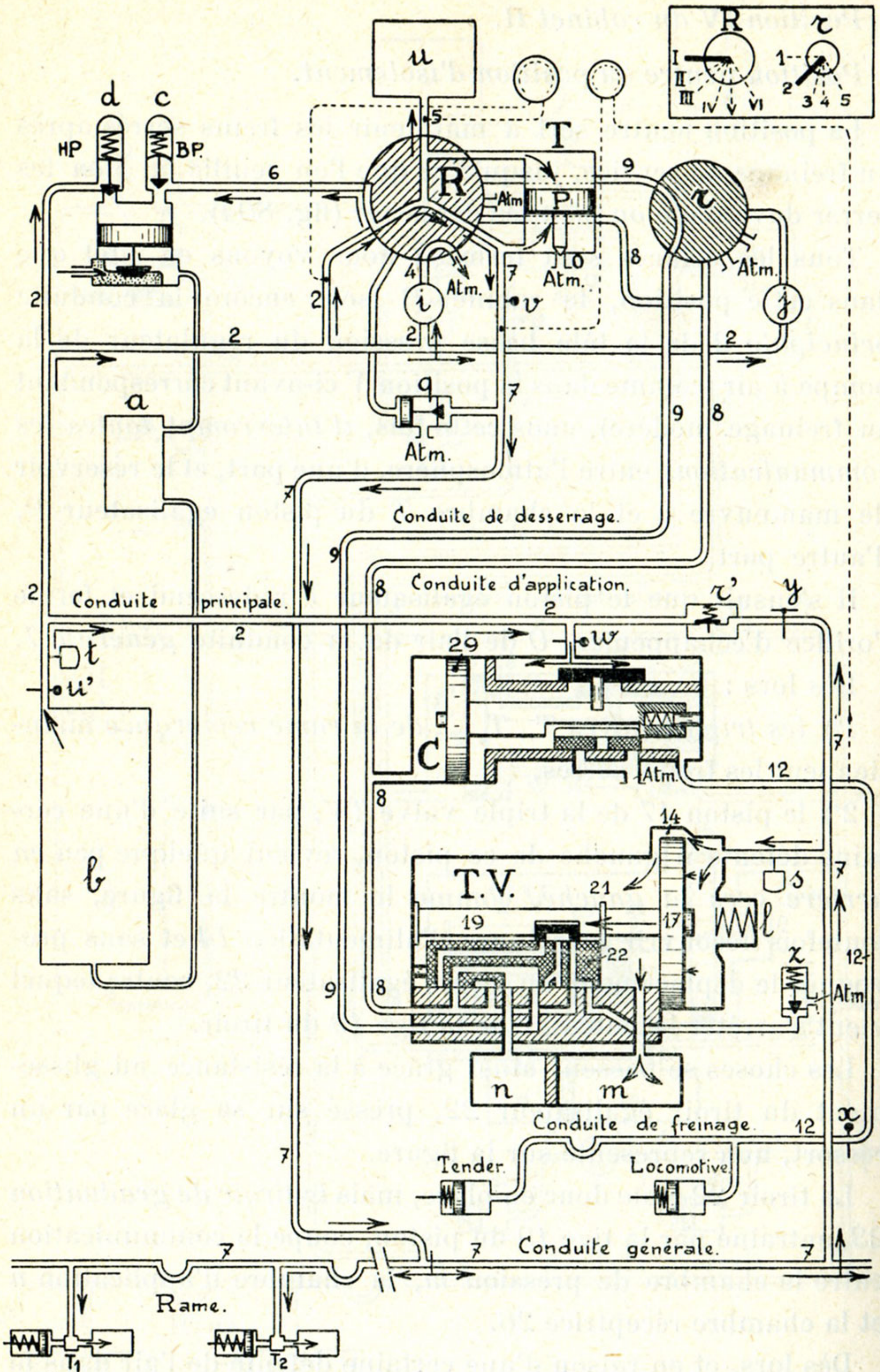
2°) le piston 17 de la triple valve *TV*, par suite d'une certaine détente à gauche de ce piston, revient quelque peu *en arrière vers la gauche*, comme le montre la figure, sans toutefois découvrir la rainure d'alimentation 14 et sans provoquer le déplacement du tiroir égalisateur 22, contre lequel vient s'arrêter la butée 21 de la tige 19 du tiroir.

Les choses se passent ainsi grâce à la résistance au glissement du tiroir égalisateur 22, pressé sur sa glace par un ressort, non représenté sur la figure.

Le tiroir 22 reste donc en place, mais *le tiroir de graduation* 23, entraîné par la tige 19 du piston, coupe la communication entre la chambre de pression *m*, la chambre d'application *n* et la chambre réceptrice 26.

Dès lors, et en raison d'une certaine détente de l'air dans la chambre d'application *n*, un équilibre des pressions tend à se produire sur les deux faces du piston d'application 29.

Sous l'action du ressort de rappel 33, ce piston revient *en arrière (vers la gauche)* pour occuper sa position moyenne,

Fig. 805. — Robinet **R** du frein automatique**Position I**Desserrage *rapide* des freins de la rame remorquée seulement.

comme le montre la figure, il s'ensuit que le tiroir d'application 34 ferme la lumière d'admission dans la glace 35 de l'anti-chambre 27. *L'arrivée d'air du réservoir principal vers les cylindres des freins de la locomotive et du tender est coupée*, mais ces freins restent serrés, puisque ces cylindres restent isolés de l'atmosphère par le tiroir d'échappement 36, qui recouvre les lumières d'échappement dans la glace 37 de la chambre de distribution 28.

*En conclusion*, aussi longtemps que le robinet *R* est maintenu dans cette position neutre (position *IV*), *les freins du train entier restent serrés*.

### *Position I du robinet R.*

*Desserrage rapide des freins de la rame remorquée seulement* (fig. 805).

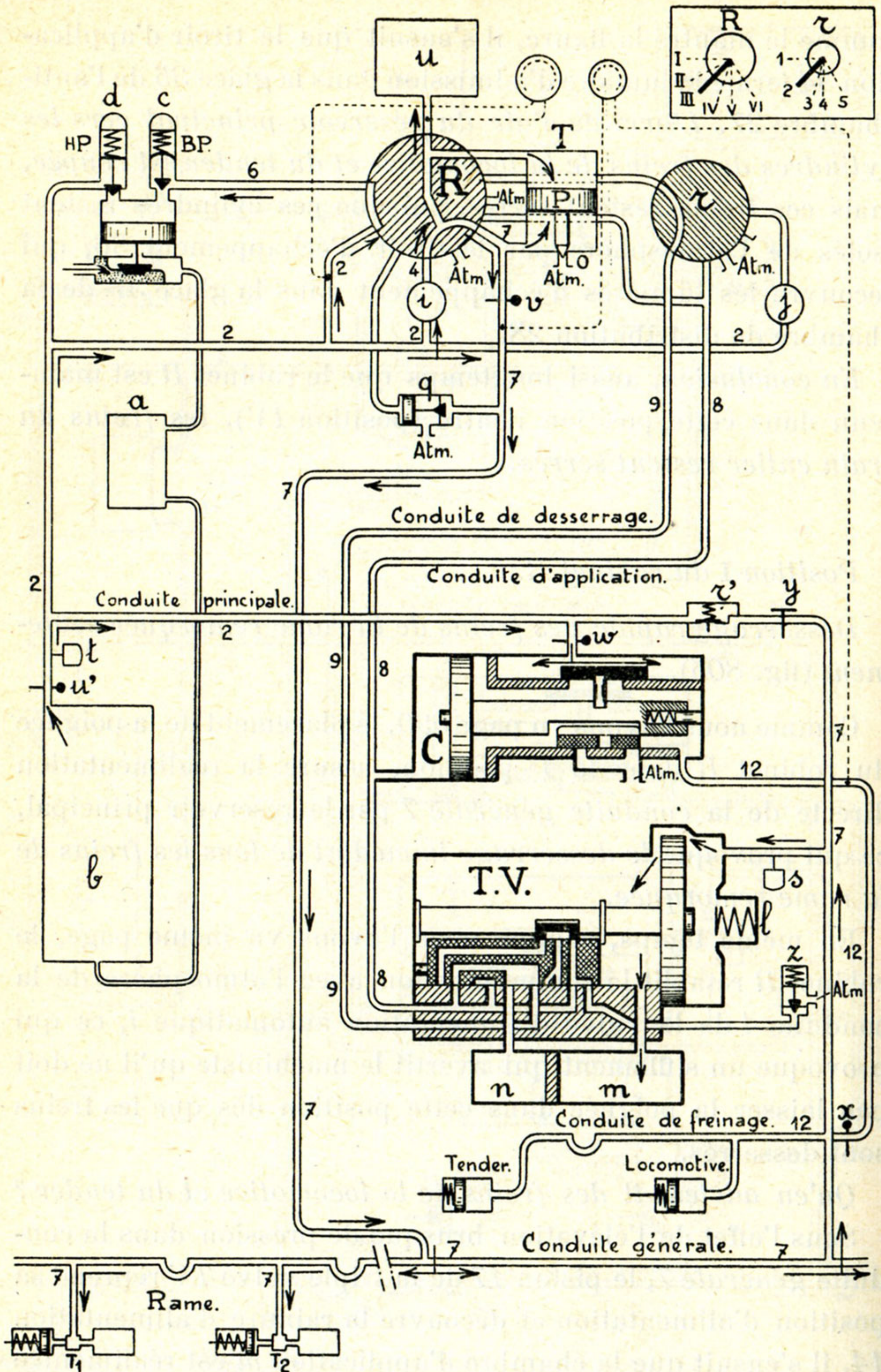
Comme nous l'avons vu page 699, le placement de la poignée du robinet *R* dans la 1<sup>e</sup> position, assure la réalimentation directe de la *conduite générale 7* par le réservoir principal, ce qui provoque *le desserrage immédiat de tous les freins de la rame remorquée*.

En même temps, comme nous l'avons vu même page, le robinet *R* rétablit la communication avec l'atmosphère de la conduite 4 de la valve d'alimentation automatique *i*, ce qui provoque un sifflement qui avertit le machiniste qu'il ne doit pas laisser la poignée dans cette position dès que les freins sont desserrés.

*Qu'en advient-il des freins de la locomotive et du tender ?*

Sous l'effet de l'élévation brusque de pression dans la conduite *générale 7*, le piston 17 de la triple valve *TV* reprend sa position d'alimentation et découvre la rainure d'alimentation 14, il s'ensuit que la chambre d'application *m* est réalimentée par la triple valve *TV*.

De son côté, le tiroir égalisateur 22 est entraîné par la butée 21 de la tige 19 du piston et met en communication par les canaux pratiqués dans le tiroir, la soupape de sûreté *z*, la

Fig. 806. — Robinet **R** du frein automatique**Position III**Position de maintien (*Position Holding*)

Maintien du serrage des freins de la locomotive et du tender après le desserrage des freins de la rame remorquée.

chambre d'application *n* et la conduite d'application 8 avec la conduite de desserrage 9.

Mais, comme cette dernière reste isolée de l'atmosphère, aucune modification n'est apportée à l'état d'équilibre des pressions régnant sur les deux faces du piston d'application 29. Dès lors, le piston 29 se maintient dans sa position moyenne et, par conséquent, les freins de la locomotive et du tender restent serrés.

*Position III du robinet R. — Position Holding.*

*Maintien du serrage des freins de la locomotive et du tender après desserrage des freins de la rame (fig. 806).*

L'on se rend compte que, pour maintenir *desserrés* les freins de la rame remorquée, tout en conservant *le serrage* des freins de la locomotive et du tender, il ne saurait être question de ramener la position du robinet *R* dans la position normale de *marche* (position *II*), puisque dans celle-ci le robinet *R* fait communiquer avec l'atmosphère la conduite de *desserrage* 9 des freins de la locomotive et du tender.

C'est pourquoi il a fallu prévoir une position supplémentaire dite « **Holding** » (du verbe anglais « *to hold* », qui signifie : retenir, garder, conserver), pour laquelle les freins de la locomotive et du tender sont maintenus *serrés*, alors que les freins de la rame sont *desserrés*.

*Dans cette position de maintien III, comme le montre la figure 806 :*

— le robinet *R* assure, comme en marche normale (position *II*), le maintien de la pression de régime de 5 kg/cm<sup>2</sup> dans la conduite *générale* 7, de sorte que *les freins de la rame remorquée restent desserrés*.

— Mais le robinet *R* maintient *l'isolement* de la conduite de *desserrage* 9 avec l'atmosphère, de sorte que *les freins de la locomotive et du tender restent serrés*.

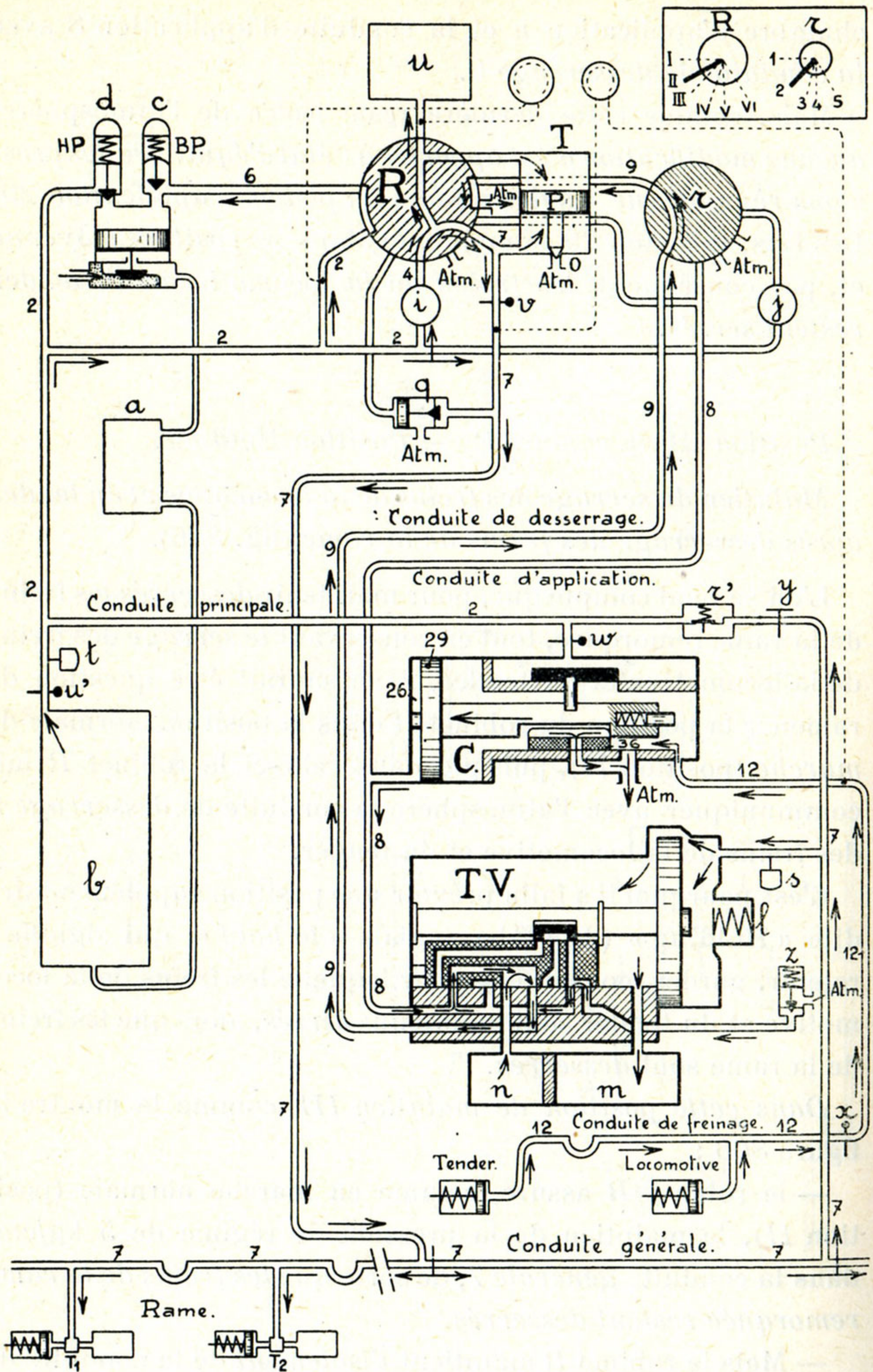


Fig. 807. — Robinet **R** du frein automatique

**Position II**

Desserrage des freins de la locomotive et du tender après le desserrage des freins de la rame remorquée.



*Position II du robinet R.*

*Desserrage des freins de la locomotive et du tender (figure 807).*

L'on comprend maintenant pourquoi il faut ramener la poignée du robinet *R* dans la position normale de marche (position *II*) pour obtenir le desserrage des freins de la locomotive et du tender *après* le desserrage des freins de la rame remorquée.

Effectivement, quand le robinet *R* est placé dans la position normale de marche (position *II*), il assure :

— d'une part, le maintien de la pression de régime de  $5 \text{ kg/cm}^2$  dans la conduite *générale* 7, grâce à laquelle les freins de la rame remorquée *restent desserrés*.

— d'autre part, la communication avec l'atmosphère de la conduite de *desserrage* 9, ce qui fait que les freins de la locomotive et du tender *se desserrent* par suite de la chute de pression sur la face gauche du piston 29 du cylindre d'application *C*. Ce piston se déplace vers la gauche entraînant avec lui le tiroir 36. De ce fait, la conduite 12 est mise en communication avec l'atmosphère.

*Position VI du robinet R.*

*Freinage à l'action rapide du train entier.*

La figure 808 montre que, placé dans la position *VI*, le robinet *R* fait communiquer :

1°) le réservoir de manœuvre *u*, la conduite *générale* 7, les deux faces du piston égalisateur *P* avec l'atmosphère ;

2°) la conduite *principale* 2 avec la conduite 10 de la valve d'accélération *q* ;

3°) la conduite *principale* 2 avec la conduite d'application 8.

Dans ces conditions :

1. La conduite *générale* 7 communiquant avec l'atmosphère, une brusque chute de pression se produit dans cette conduite.

Cette chute de pression dans la conduite *générale* 7 est encore accentuée par l'action de la valve accélératrice *q* qui, à ce moment, se soulève sous la pression de l'air du réservoir principal et laisse échapper de la conduite *générale* une quantité d'air supplémentaire.

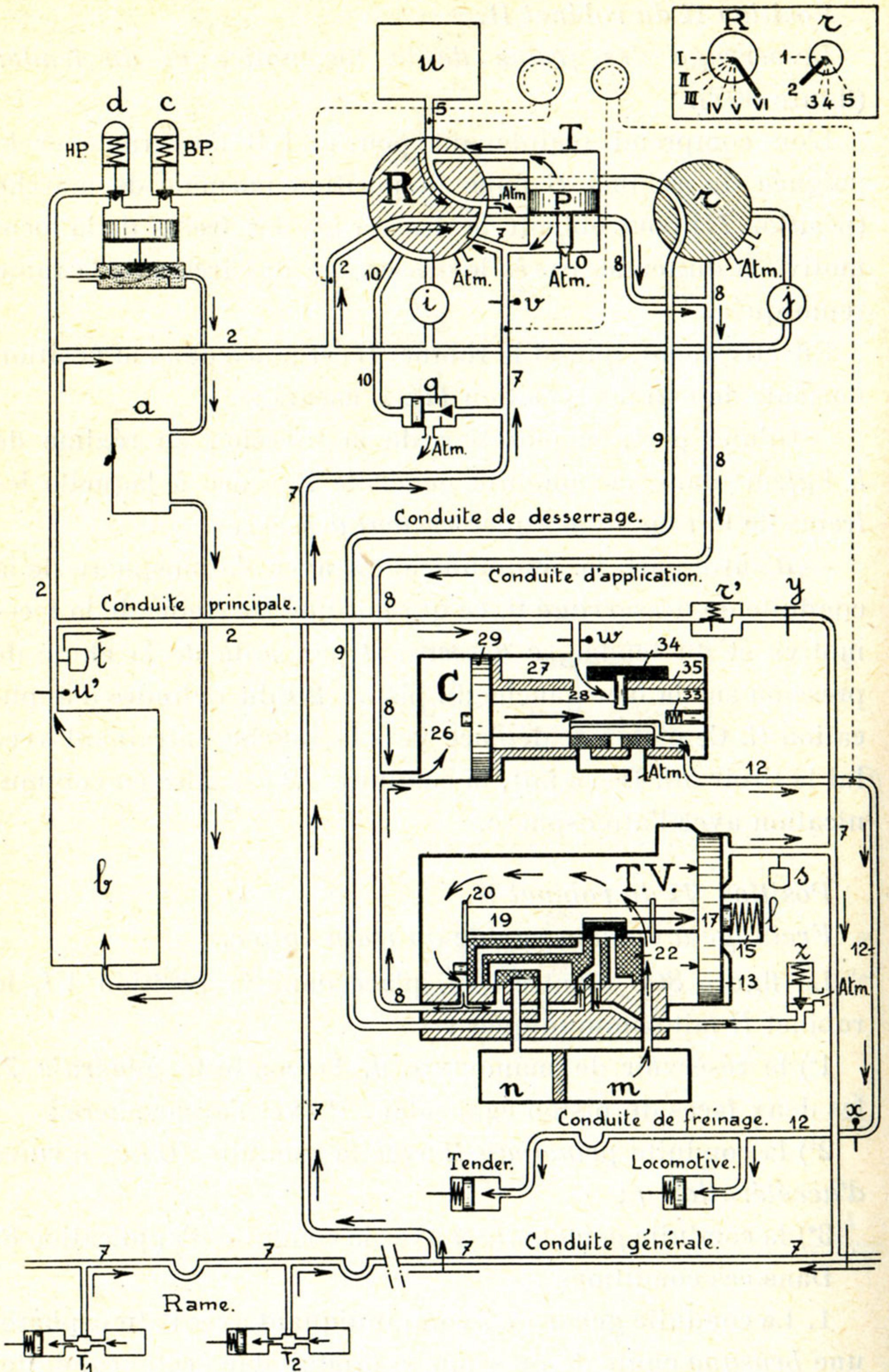


Fig. 808. — Robinet R du frein automatique

**Position VI**

Serrage des freins du train *entier* à l'action *rapide*.

Cette forte chute de pression dans la conduite *générale* 7 se propage dans la chambre 13 de la triple valve *TV*, le piston 17 se déplace *brusquement* vers la droite jusqu'à fond de course, *en comprimant cette fois le ressort de graduation* 15.

En même temps, le tiroir égalisateur 22 est entraîné, également à fond de course, par la butée 20 de la tige de distribution 19 du piston 17.

Il s'ensuit que le tiroir égalisateur 22 démasque la lumière qui, dans la glace de la triple valve *TV*, donne accès à la chambre réceptrice 26 du cylindre d'application *C*.

La chambre de pression *m* et la chambre réceptrice 26 sont dès lors mises à peu près instantanément en communication entre elles.

Mais, par suite de la petitesse du volume de la chambre réceptrice 26, comparé au volume de la chambre de pression *m*, la pression dans la chambre réceptrice 26 s'élève immédiatement jusqu'à devenir, à peu de chose près, comparable à celle dans la chambre de pression *m*.

De ce chef, le piston d'application 29 se déplace *rapidement vers la droite*, en comprimant le ressort de rappel 33 et en entraînant le tiroir d'admission 34. Dès lors, celui-ci découvre la lumière d'admission dans la glace 35 de l'antichambre 27, de sorte que l'air du réservoir principal pénètre dans la chambre 28 du cylindre d'application, d'où il passe dans les cylindres de frein de la locomotive et du tender (fig. 808).

2. Remarquons que l'air du réservoir principal, admis par le robinet *R* dans la conduite d'application 8, pénètre également dans la chambre réceptrice 26 du cylindre d'application. Il s'ensuit que, même dans un cas fortuit d'un non fonctionnement de la triple valve *TV*, les cylindres de frein de la locomotive et du tender sont néanmoins alimentés par l'air du réservoir principal.

*Remarque.* — La chute brusque de pression dans la *conduite générale* 7 provoque naturellement aussi le fonctionnement des triples valves  $T_1, T_2, \dots$  de la rame remorquée dont les freins se serrent.

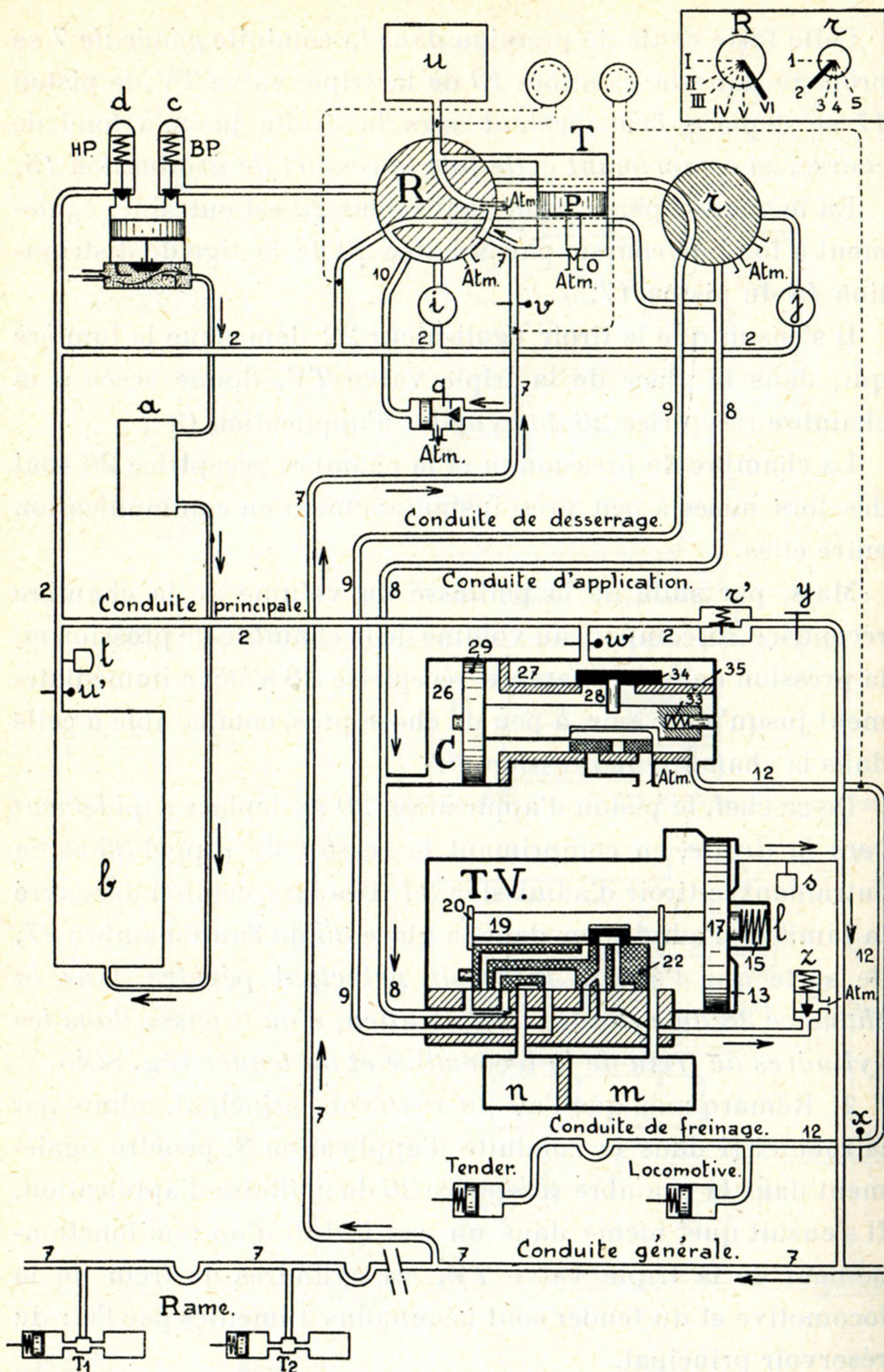


Fig. 809. — Robinet **R** du frein automatique

**Rôle de la soupape de sûreté **Z****

Après un serrage à l'action *rapide* (position VI) et remise du robinet **R** dans la position normale (position IV), la soupape de sûreté **z**, réglée à 3,5 kg/cm<sup>2</sup>, ramène automatiquement la pression d'air dans les cylindres de frein de la locomotive et du tender à la pression normale (3,5 kg/cm<sup>2</sup>).

Retour du piston 29 dans sa position moyenne.

Quel est le rôle de la soupape de sûreté  $z$  ? (fig. 809).

Lors d'un freinage à l'action *rapide*, la chambre *réceptrice* 26 est alimentée *directement* par l'air du réservoir principal, la pression d'air atteint ainsi une valeur supérieure de 30 % à la pression normale de 3,5 kg/cm<sup>2</sup> d'un serrage gradué à l'action ordinaire. Il en résulte que la pression d'air dans les cylindres de frein de la locomotive et du tender atteindra également une valeur supérieure de 30 % à la pression normale.

Lorsque la poignée du robinet  $R$  est remise à la position neutre, la pression dans la chambre réceptrice 26 est ramenée à la pression normale par l'échappement d'air qui se produit par la soupape  $z$ , réglée à 3,5 kg/cm<sup>2</sup>.

Automatiquement, la pression d'air dans les cylindres de frein de la locomotive et du tender est ramenée à la pression normale, soit 3,5 kg/cm<sup>2</sup>, par le déplacement du piston 29, qui met momentanément la chambre 28 en communication avec l'atmosphère.

*Remarque.* — Lorsque l'équilibre des pressions s'est rétabli de chaque côté du piston 29, celui-ci, sollicité par le ressort de rappel 33, revient dans sa position moyenne (fig. 809).

Quel est le rôle de la valve  $q$  de propagation de l'action rapide ?

La brusque chute de pression, survenant dans la conduite générale 7 lors du freinage à l'action *rapide* (position VI du robinet  $R$ ), provoque également le fonctionnement *automatique* de la valve de propagation de l'action rapide  $q$ , montée sur la conduite générale 7.

Son rôle est d'*accélérer* la chute de pression dans la conduite générale. Ce rôle est comparable à celui de la triple valve à action rapide des *tenders* équipés au frein Westinghouse automatique habituel.

## B. — Manœuvre du frein indépendant

### 1. Robinet de manœuvre *r* du frein indépendant.

Le frein indépendant n'intéresse que la locomotive et le tender ; c'est un frein direct.

Le robinet *r* du frein indépendant est comparable au robinet du frein direct (voir page 681), mais sa manœuvre est combinée avec celle du frein Westinghouse *automatique* habituel.

La poignée du robinet indépendant *r* peut occuper *cinq* positions :

1<sup>e</sup> position. — Desserrage des freins de la locomotive et du tender (fig. 811).

2<sup>e</sup> position. — Marche normale (fig. 801).

3<sup>e</sup> position. — Position neutre ou d'isolement (fig. 813).

4<sup>e</sup> position. — Serrage *modéré* des freins de la locomotive et du tender (fig. 810).

5<sup>e</sup> position. — Serrage *énergique* de ces mêmes freins (fig. 812).

a) Après que le machiniste a serré *graduellement* à l'action ordinaire les freins du train *entier* (position V du robinet R, page 701)

et, tout en maintenant le robinet R du frein automatique dans la position neutre (position IV, page 705),

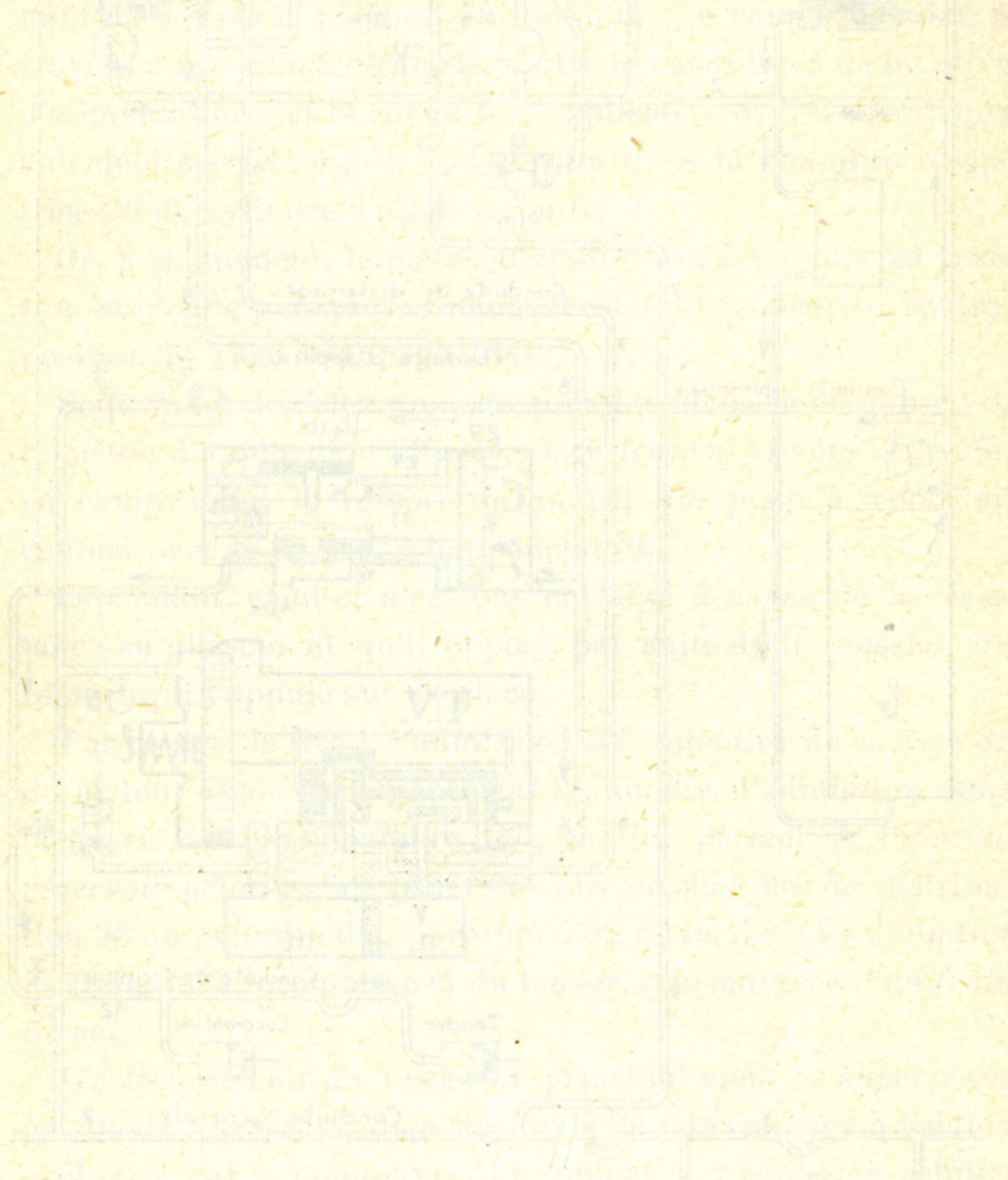
le machiniste peut, par une manœuvre *complémentaire* du robinet indépendant *r* :

1°) ou bien *superposer* au freinage du train *entier* un serrage *modéré* des freins de la locomotive et du tender, ou plus exactement *renforcer* le freinage des freins de la locomotive et du tender, puisqu'ils sont déjà serrés à l'action ordinaire (fig. 810).

2°) ou bien provoquer *un desserrage* des freins de la locomotive et du tender (fig. 811).

Etant entendu cependant qu'il est préférable de desserrer *en premier lieu les freins de la rame remorquée* et, en second lieu, les freins de la locomotive et du tender.

Examinons d'abord les deux cas repris aux 1° et 2° ci-dessus.



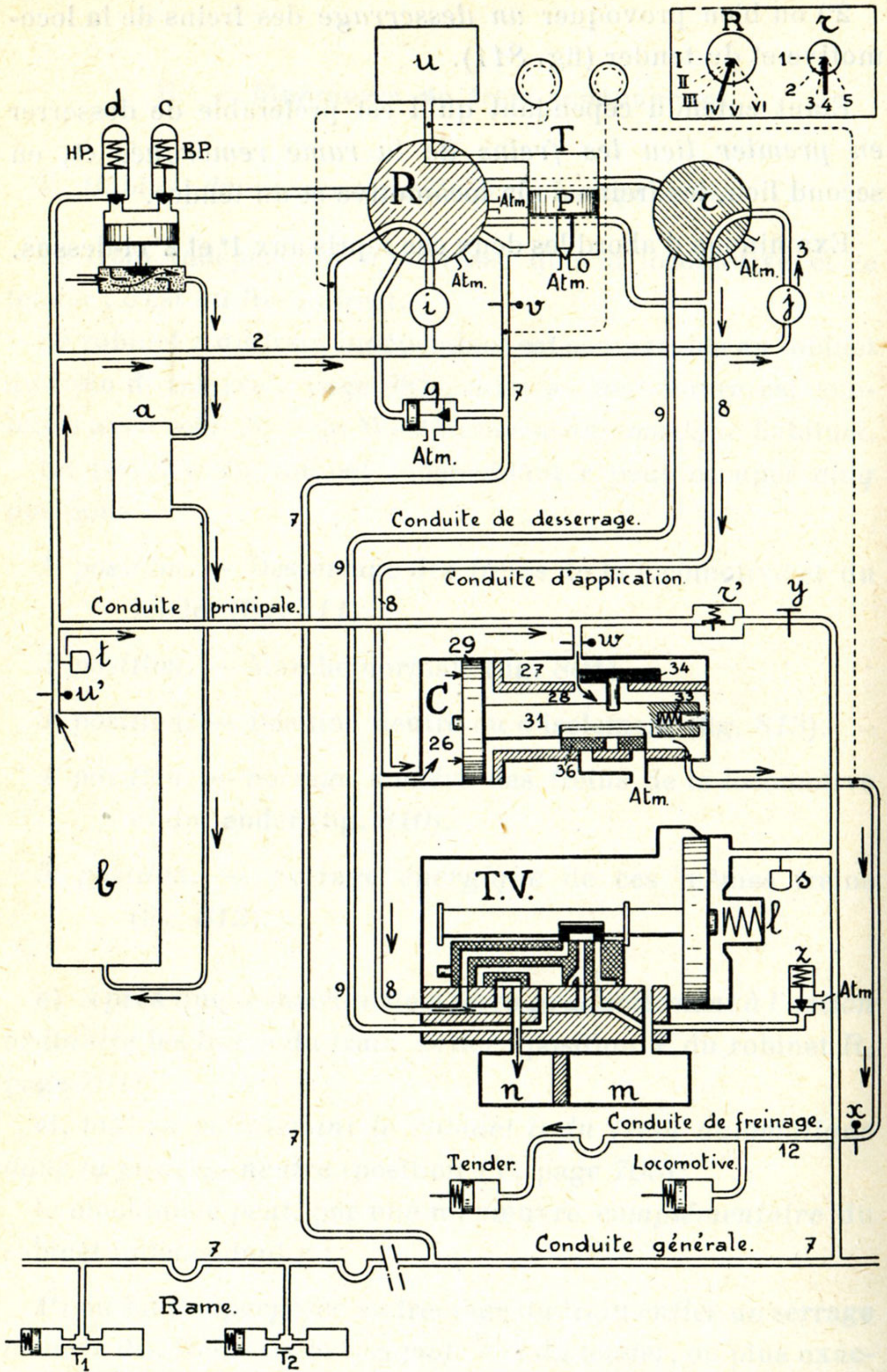


Fig. 810. — Robinet indépendant r

**Position 4**

Serrage modéré des freins de la locomotive et du tender.  
 Renforcement du freinage de la locomotive et du tender.



1°) *Position 4 du robinet indépendant r.*

*Renforcement du serrage des freins de la locomotive et du tender.*

Comme le montre la figure 810, lorsque le robinet indépendant *r* est dans la position 4, il établit une communication à travers une *section étranglée* entre la conduite 3 de la valve d'alimentation *j* et la conduite d'application 8, il s'ensuit que l'air débité arrive à *pression réduite* dans la chambre réceptrice 26 du cylindre d'application *C*.

Or, à ce moment, le piston d'application 29 occupe sa *position moyenne* puisque le robinet *R* est dans sa position neutre, position *IV* (fig. 804, page 704).

Sous l'effet de l'élévation de pression dans la chambre 26, le piston d'application 29 se déplace *lentement* vers la droite, en comprimant le ressort de rappel 33, jusqu'à venir en contact avec le tiroir d'échappement 36.

Cependant, celui-ci n'est pas entraîné à cause de la résistance au glissement qu'il oppose par suite de la pression du ressort qui l'appuie sur sa glace.

Par contre, le tiroir d'admission 34, solidaire de la tige 31 du piston, découvre *légèrement* la lumière d'admission dans la glace de l'antichambre 27, ce qui permet à *l'air du réservoir principal* de pénétrer dans la chambre de distribution 28 du cylindre d'application *C* et, de là, dans les cylindres de frein de la locomotive et du tender, à *la manière d'un frein direct*.

L'action de l'air du réservoir principal vient se *superposer* à celle de l'air qui y a déjà été admis lors du freinage à l'action ordinaire par la manœuvre du robinet *R*, avant que celui-ci ait été remis dans sa position neutre.

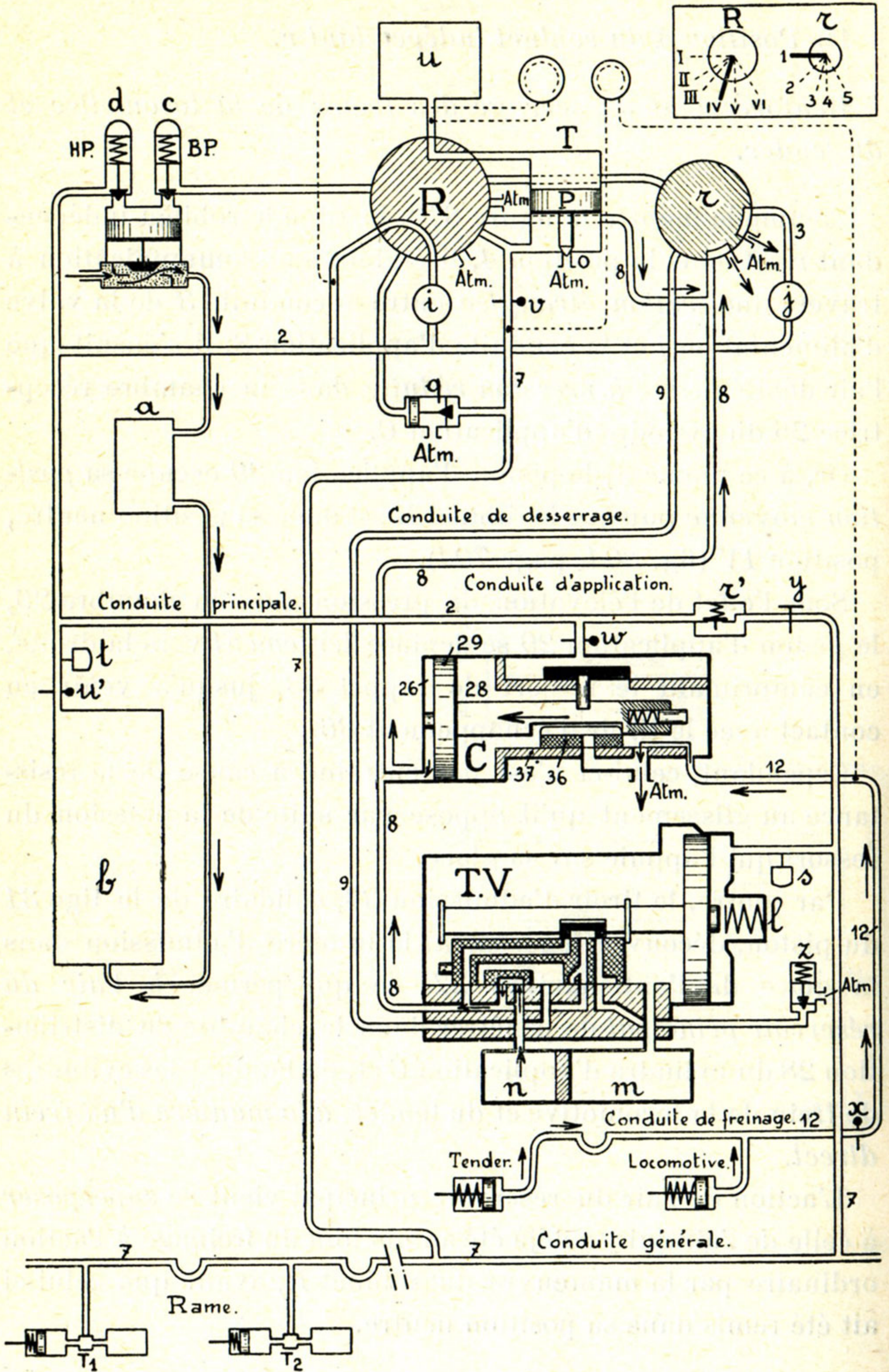


Fig. 811. — Robinet indépendant r

**Position 1**

Desserrage des seuls freins de la locomotive et du tender.

## 2°) Position 1 du robinet indépendant *r*.

*Desserrage des seuls freins de la locomotive et du tender*  
(fig. 811).

Dans la position 1, le robinet indépendant *r* met en communication directe avec l'atmosphère la conduite d'application 8 des freins de la locomotive et du tender.

Il en résulte que l'air de la chambre réceptrice 26 s'échappe à l'atmosphère et cette chambre se vide.

A ce moment, par suite de la position neutre du robinet *R* (fig. 804, page 704), le piston d'application 29 occupe sa position moyenne et une certaine pression règne dans la chambre de distribution 28 du cylindre d'application, à droite du piston d'application 29.

Sous l'effet de la rupture brusque d'équilibre des pressions sur les deux faces du piston d'application 29, celui-ci se déplace vers la gauche, à fond de course, en entraînant le tiroir d'échappement 36, celui-ci découvre la lumière d'échappement dans la glace 37 du cylindre d'application, il s'ensuit que l'air des cylindres de frein de la locomotive et du tender s'échappe à l'atmosphère et ces freins se desserrent.

*Remarque.* — En même temps, le robinet indépendant *r* relie à l'atmosphère la conduite 3 de la valve d'alimentation *j*, ce qui provoque le sifflement qui avertit le machiniste.

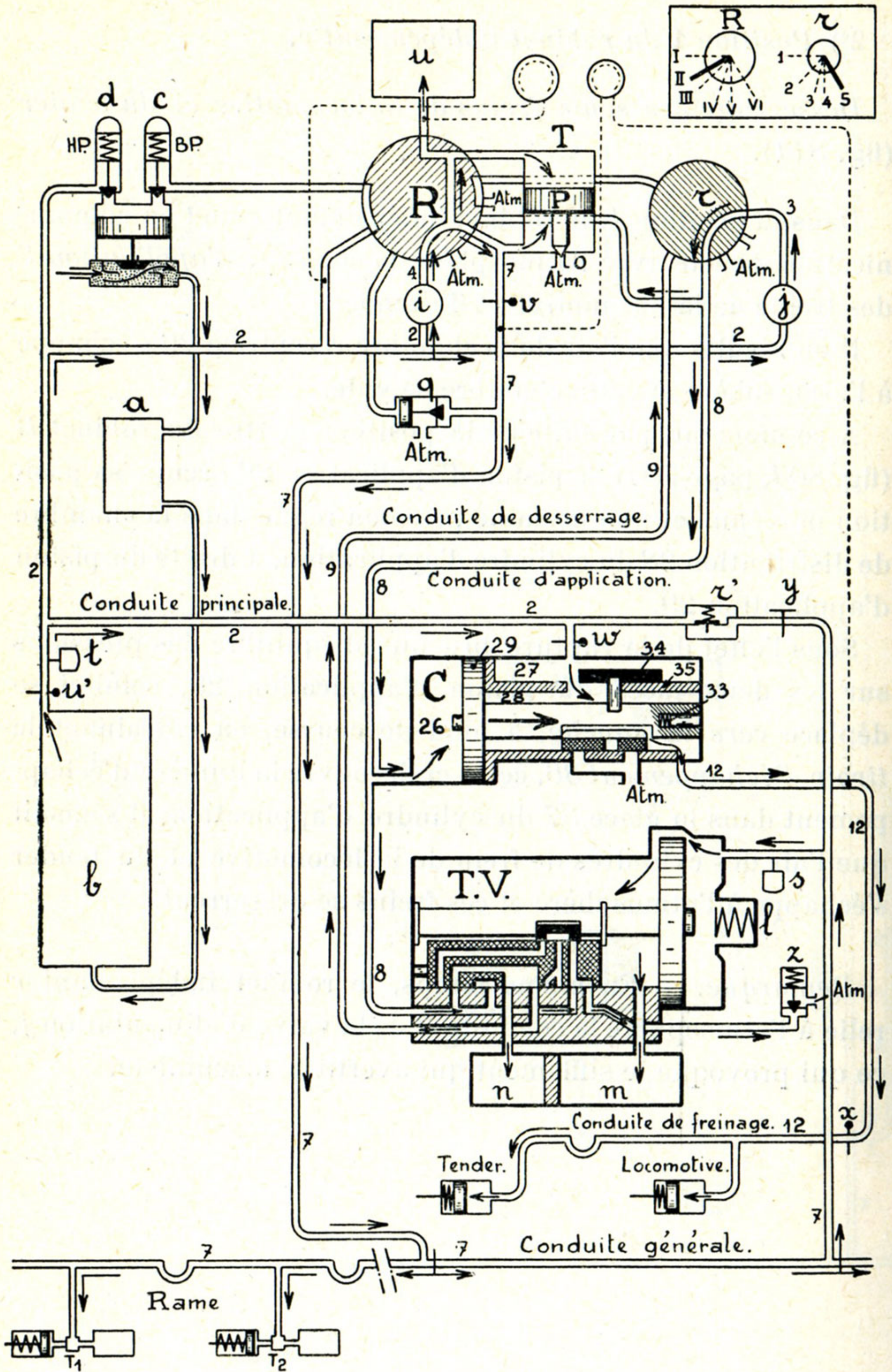


Fig. 812. — Robinet indépendant r

**Position 5**

Serrage énergique des freins de la locomotive et du tender.

*b) Serrage des seuls freins de la locomotive et du tender.*

Lorsqu'une locomotive circule haut-le-pied ou lorsqu'elle remorque une rame, le machiniste peut provoquer un ralentissement énergique par la seule manœuvre du robinet indépendant *r* agissant sur les seuls freins de la locomotive et du tender, le robinet *R* du frein *automatique* étant maintenu dans la position de *marche*. En effet :

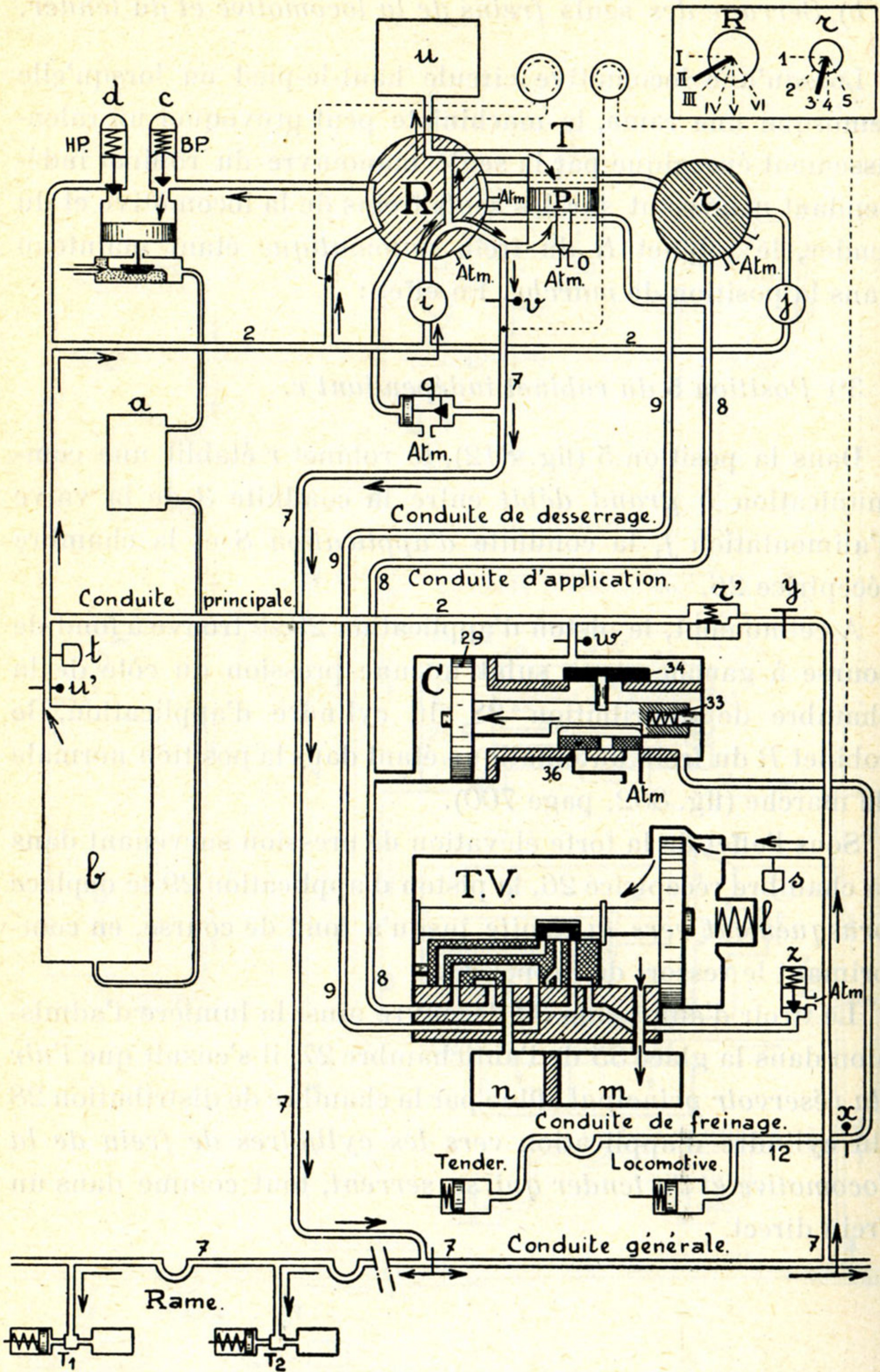
*3°) Position 5 du robinet indépendant r.*

Dans la position 5 (fig. 812), le robinet *r* établit une communication à *grand débit* entre la conduite 3 de la valve d'alimentation *j*, la conduite *d'application* 8 et la chambre réceptrice 26.

A ce moment, le piston d'application 29 se trouve à fond de course à gauche et ne subit aucune pression du côté de la chambre de distribution 28 du cylindre d'application, le robinet *R* du frein automatique étant dans la position normale de *marche* (fig. 802, page 700).

Sous l'effet de la forte élévation de pression survenant dans la chambre réceptrice 26, le piston d'application 29 se déplace *brusquement vers la droite* jusqu'à fond de course, en comprimant le ressort de rappel 33.

Le tiroir d'admission 34 découvre ainsi la lumière d'admission dans la glace 35 de l'antichambre 27, il s'ensuit que *l'air du réservoir principal* afflue par la chambre de distribution 28 du cylindre d'application *vers les cylindres de frein de la locomotive et du tender qui se serrent*, tout comme dans un frein direct.

Fig. 813. — Robinet indépendant **r****Position 3**

Position neutre ou d'isolement

Maintien du serrage des seuls freins de la locomotive et du tender.

4°) *Position 3 (position neutre) du robinet indépendant r.*

*Maintien de la pression acquise dans les cylindres de frein de la locomotive et du tender.*

Dans cette position 3 (fig. 813), le robinet indépendant *r* coupe *toutes* les communications entre les diverses tuyauteries qui aboutissent à ce robinet.

Dans ces conditions, un équilibre des pressions s'établit, à un moment donné, sur les deux faces du piston d'application 29.

Ce dernier, poussé par le ressort de rappel 33, reprend dès lors *sa position moyenne*, de sorte que le tiroir d'admission 34 referme la lumière d'admission, tandis que le tiroir d'échappement 36 continue à *isoler* de l'atmosphère les cylindres de frein de la locomotive et du tender qui, de ce fait, *restent serrés*.

5°) *Position 2 du robinet indépendant r.*

C'est la *position de marche* du robinet indépendant *r* (fig. 801).

La poignée est laissée dans cette position lorsque l'on ne fait *pas* usage du robinet indépendant *r*, c'est-à-dire lorsque l'on freine au moyen du robinet *R* du frein automatique.

C'est la position dans laquelle est maintenu le robinet indépendant *r* pour toutes les positions du frein automatique *R*.

**Double traction.**

Aussitôt après accouplement de la locomotive qui a la desserte du frein (la locomotive de tête), le machiniste de la locomotive *qui n'a pas la desserte du frein* (la deuxième locomotive) doit :

a) fermer le robinet d'isolement *v* de la conduite *générale* 7 (placé sur la conduite générale 7, sous le robinet à décharge égalisatrice *R*).

b) placer la poignée du robinet à décharge égalisatrice *R* et celle du robinet indépendant *r* *dans la position normale de marche* :

- (position *II* pour le robinet *R*,
- position 2 pour le robinet *r*).

Le frein automatique de la locomotive qui n'a pas la desserte du frein se trouve ainsi placé dans les mêmes conditions de fonctionnement que les freins de la rame remorquée.

*Remarque I.* — Si, à un moment donné, le machiniste d'une locomotive qui n'a pas la desserte du frein, juge nécessaire de desserrer les freins de sa locomotive, indépendamment de ceux du restant du train, il peut le faire en utilisant son robinet indépendant *r*.

Dans ce cas, il suffit, en effet, de placer la poignée du robinet indépendant dans la position de desserrage (position 1), ce qui met la conduite d'application 8 en communication avec l'atmosphère.

*Remarque II.* — Aussitôt après le découplément de la locomotive qui a la desserte du frein (la locomotive de tête), le machiniste de la locomotive qui n'a pas la desserte du frein (la deuxième locomotive), doit rouvrir le robinet d'isolement  $\varnothing$  de la conduite générale 7.

\*  
\* \* \*

*Robinet d'isolement  $\gamma$  et soupape  $r'$ .* — En cas d'avarie de la pompe à air de la locomotive en deuxième position, il s'agit d'alimenter le réservoir principal pour assurer le freinage de cette locomotive et de son tender.

Cette manœuvre est possible en ouvrant le robinet  $\gamma$ . Le réservoir principal est alors alimenté à la pression de 5 kg/cm<sup>2</sup> par la conduite générale 7 et la soupape  $r'$ .

Lors du freinage, c'est-à-dire dans le cas de la vidange partielle ou totale de la conduite générale, la soupape  $r'$  isole le réservoir principal qui, lui, alimente le distributeur et, par là, les freins de la locomotive et du tender.

\*  
\* \* \*

*Remarques.*

1. La conduite générale 7

relie le robinet du mécanicien automatique *R*



- au distributeur (cylindre d'application  $C$ , triple valve  $TV$ , chambre d'application  $n$  et chambre de pression  $m$ ),
- à toutes les triples valves habituelles de la rame  $T_1, T_2, \dots$ ,
- à la valve  $q$ .

## 2. La conduite de freinage 12

relie le distributeur aux cylindres de frein de la locomotive et du tender.

### La conduite de desserrage du distributeur 9

relie le cylindre d'application  $C$  au robinet du mécanicien  $R$  en passant par le robinet indépendant  $r$ .

### La conduite d'application 8

relie le cylindre d'application  $C$  du distributeur aux deux robinets  $R$  et  $r$ .

*Chambres d'application  $m$  et  $n$ .* — La chambre d'application  $n$  a pour but d'augmenter la capacité de la chambre 26, de manière à rendre celle-ci moins sensible aux modifications de la pression.

Sauf à la position  $VI$  du robinet  $R$ , la chambre  $n$  est toujours en communication avec la chambre réceptrice 26.

La chambre de pression  $m$  fait office de réservoir auxiliaire et son volume est établi en conséquence.

*Distributeur.* — Le distributeur est commandé indifféremment par le robinet automatique  $R$  ou par le robinet indépendant  $r$ . Dans les deux cas :

1°) Le distributeur envoie directement dans les cylindres de frein de la locomotive et du tender, au moyen d'un tiroir d'admission, l'air comprimé emmagasiné dans le réservoir principal (serrage du frein automatique ou du frein indépendant).

2°) Le distributeur maintient constante la pression dans ces cylindres en lui laissant la valeur obtenue par la manœuvre de l'un quelconque des deux robinets.

3°) Le distributeur met les cylindres de frein de la locomotive et du tender à l'échappement (desserrage du frein).

*Maintien de la pression aux cylindres de frein.* — Remarquons que le piston d'application 29 reçoit sur l'une de ses faces la pression qui a été assurée par la manœuvre d'un quelconque des deux robinets *R* ou *r* ; sur son *autre* face s'exerce la pression de l'air aux cylindres de frein.

Quand ces pressions s'équilibrent, le piston d'application 29 reste immobile, maintenant fermés les tiroirs d'admission et d'échappement.

Si ces pressions sont inégales, le piston d'application 29 se déplace et provoque, suivant les circonstances, l'ouverture soit du tiroir d'admission, soit du tiroir d'échappement ; la pression aux cylindres s'élève ou s'abaisse jusqu'à ce qu'elle ait atteint la même valeur que celle qui règne dans la chambre d'application 26.

### Résumé.

Sur une locomotive munie de l'équipement *ET*, le machiniste peut exécuter à volonté :

1°) le serrage et le desserrage des *seuls* freins de la locomotive et du tender ;

2°) le serrage *simultané* des freins de la locomotive, du tender et de la rame, c'est-à-dire du train *entier*.

Le serrage des freins pouvant être fait graduellement sur le train entier.

3°) le desserrage *successif* des freins de la rame, de la locomotive et du tender, dans l'ordre indiqué.

Le desserrage des freins ne peut être gradué que sur la locomotive et le tender seulement (modérabilité au desserrage).

## CHAPITRE IV

### PARTICULARITÉS

#### qui distinguent le frein continu automatique appliqué aux trains de marchandises

##### 1. Conduite blanche.

Dans un train de marchandises, il n'est pas nécessaire que tous les wagons soient freinés, cela dépend du profil des voies. Il suffit qu'un certain nombre de wagons soient équipés du frein *complet* (c'est-à-dire soient pourvus d'un cylindre de frein, d'un réservoir auxiliaire et d'une triple valve); les autres wagons ne possèdent que la conduite générale (\*) indispensable pour assurer la continuité du frein d'un bout à l'autre du train. A la S. N. C. B., 50 % des wagons seulement sont équipés du frein complet.

##### 2. Freinage de la tare seule. — Freinage de la tare et de la charge.

L'équipement des wagons munis du frein *complet* présente deux variantes :

1°) Les wagons dont l'équipement est prévu pour freiner la *tare seule* du wagon, que le wagon soit vide ou qu'il soit *partiellement chargé*.

2°) Les wagons pour lesquels *deux régimes de freinage* sont prévus selon que le wagon est vide ou chargé. Pour cela, l'équipement de frein est agencé de telle manière que l'on puisse freiner *la tare seule* quand le wagon est vide ou quand son chargement n'atteint pas un certain taux ou bien que l'on

---

(\*) Appelée dans ce cas *conduite blanche* parce que, à l'origine, cette conduite était peinte en blanc.

puisse freiner *la charge en plus de la tare* quand le chargement du wagon atteint ou dépasse le taux prévu.

Les wagons équipés pour freiner à *volonté* la tare seule ou bien la tare plus le chargement, portent sous chacun des longerons du wagon, une poignée appelée *inverseur*, qui actionne un axe horizontal en relation avec la triple valve (fig. 814 et 815).

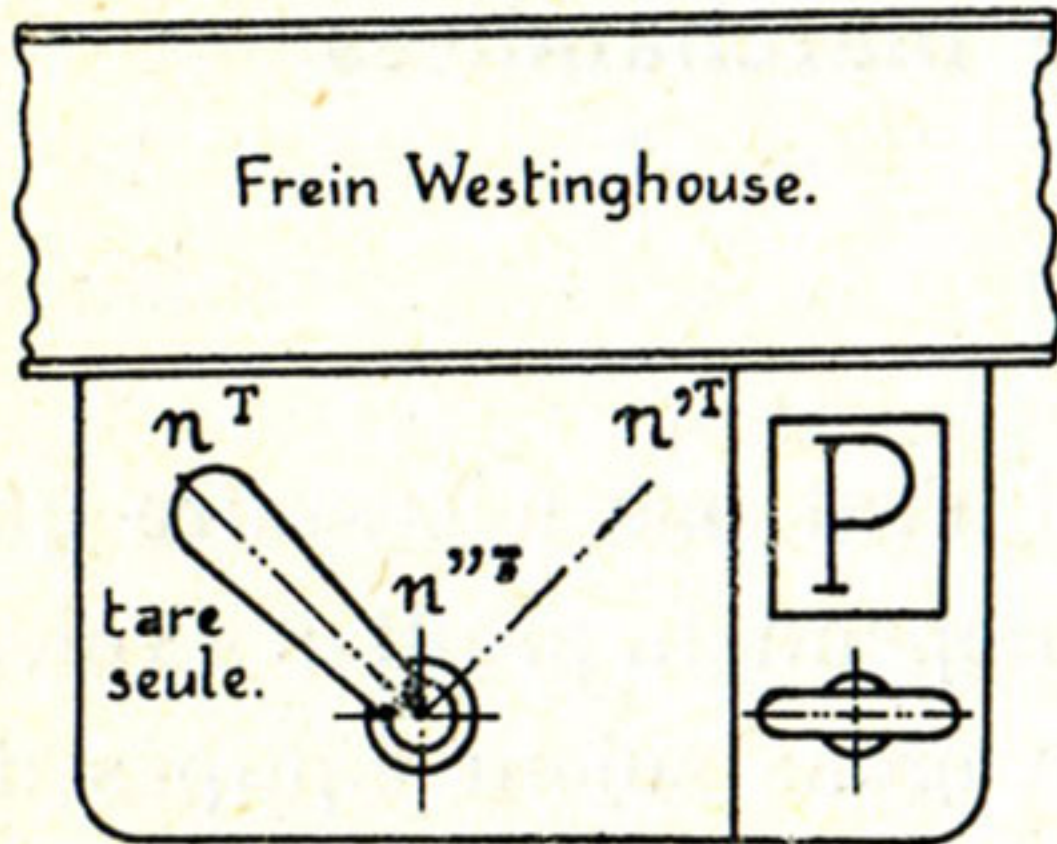


Fig. 814

$n$  = nombre de tonnes-frein pour lequel le wagon compte, l'inverseur étant dans la position « vide » à gauche.

$n''$  = tonnage à partir duquel l'inverseur doit être incliné à droite.

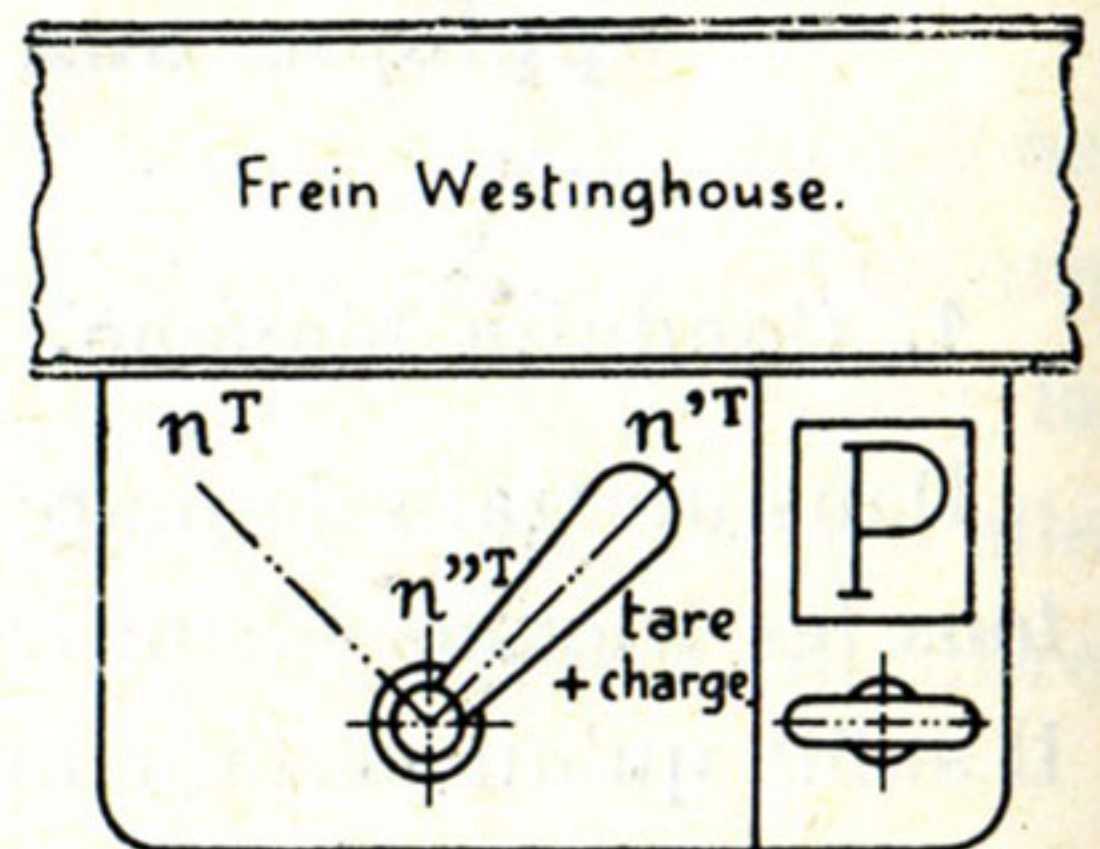


Fig. 815

$n'$  = nombre de tonnes-frein pour lequel le wagon compte, l'inverseur étant dans la position « chargé » à droite.

La poignée de l'inverseur inclinée à *gauche* (position : vide) correspond au freinage de la tare seule ; quand elle est inclinée à *droite* (position : chargé), elle correspond au freinage de la tare et du chargement.

#### A) 1<sup>er</sup> régime : Freinage de la tare seule.

Dans ce cas, le serrage des freins s'opère en deux phases :

— Une première phase pendant laquelle l'air comprimé du réservoir auxiliaire entre *rapidement* dans le cylindre de frein à l'intervention de la triple valve (triple valve *Lu I-II*). En procédant ainsi, on effectue un premier freinage qui limite la pression sur les sabots de frein à 20 % au plus de la pression maximum ; ce freinage est destiné à appliquer rapidement les sabots sur les bandages.

— Une deuxième phase pendant laquelle l'effort de freinage se développe lentement, l'arrivée de l'air comprimé dans le

cylindre de frein est *ralentie* jusqu'à atteindre néanmoins le serrage maximum du frein. Celui-ci est réalisé en 25 à 60 secondes selon que la course du piston du cylindre de frein est minimum ou maximum, la moyenne est de 40 secondes.

On procède de cette manière pour éviter que des réactions se produisent dans les attelages en cas de freinage très rapide de wagons inégalement freinés (wagons vides, wagons chargés, wagons freinés inégalement répartis dans le train, courses inégales du piston des cylindres de frein).

Les wagons freinés à la tare seule (voir 1° page 729) ne sont naturellement pas munis d'inverseur.

### B) 2<sup>me</sup> régime : Freinage de la tare et de la charge.

Le fonctionnement est le même que dans le cas de la tare seule, mais, par suite de la position *renversée* de l'inverseur, pendant la seconde phase, l'air comprimé est admis dans un *second cylindre de frein*.

L'intervention de ce second cylindre sur la timonerie du frein permet d'augmenter la pression des sabots de frein sur les bandages des roues.

*Remarque I.* — On ne freine jamais la totalité de la tare ni la totalité de la charge pour éviter le calage des roues.

*Remarque II.* — Pour le matériel à voyageurs, le freinage est basé sur la tare.

### 3. Modérabilité au desserrage. Dispositif Plaine-Montagne.

*Le frein Westinghouse n'est pas modérable au desserrage*, cela ne présente aucun inconvénient pour le réseau belge dont les sections de lignes en forte pente ne sont pas très longues (\*). Mais les wagons belges sont appelés à circuler sur les réseaux étrangers dont certains présentent des pentes très fortes et très longues, il est alors nécessaire de remédier au manque de

---

(\*) Exception faite pour les lignes Ans à Liège, Battice à Angleur et Gouvy à Vielsalm (sens indiqués).

modérabilité du frein Westinghouse automatique. C'est pourquoi on a imaginé le dispositif « *Plaine-Montagne* », qui a pour effet de retarder considérablement le desserrage des freins sur les lignes fortement accidentées.

*En plaine* et sur les lignes en pentes inférieures ou égales à 20 mm/m, le desserrage des freins, c'est-à-dire l'évacuation de l'air comprimé du cylindre de frein se fait par *deux orifices* à l'intervention de la triple valve, tandis que, *en montagne* (pentes supérieures à 20 mm/m), *il n'y a plus qu'un seul orifice d'évacuation de l'air comprimé du cylindre de frein*, d'où retardement du desserrage.

Avec la poignée sur « *Plaine* », les sabots de frein sont décollés lors du desserrage après au moins *25 secondes* et au plus après *60 secondes* (temps moyen *40 secondes*), tandis que, avec la poignée sur « *Montagne* », ces temps sont respectivement de *45* et *110 secondes* (temps moyen : *80 secondes*).

Une poignée horizontale, visible sur les figures 814 et 815, est placée sous le longeron et commande le dispositif de retardement de l'échappement appliqué à la triple valve.

Il faut tirer la poignée à soi pour placer l'échappement dans la position « *Montagne* » ; il faut la repousser pour rétablir l'échappement « *Plaine* ».

Lorsque la poignée est dans sa position normale, la lettre *P* (*Plaine*) est visible au-dessus de la poignée. Dans la position « *Montagne* », un voyant, portant la lettre *M*, vient recouvrir la lettre *P*.

Il suit, de ce qui précède, qu'en Belgique, la poignée est placée en permanence sur la position « *Plaine* » (\*).

#### 4. Dispositif vide-chargé SAB (\*\*).

Dans ce système, les cylindres de frein supplémentaires pour le freinage de la charge sont supprimés.

Les balanciers horizontaux de la timonerie centrale sont reliés entre eux par deux bielles intermédiaires, pourvues

---

(\*) Exception faite pour les lignes Ans à Liège, Battice à Angleur et Gouvy à Vielsalm (sens indiqués).

(\*\*) Svenka Aktiebolaget Bromsregulator, Malmö (Suède).

l'une et l'autre d'une boutonnière allongée qui permet de modifier les amplifications de la timonerie, selon qu'il s'agit de freiner la tare seule ou de freiner la tare plus la charge.

Le passage d'une amplification à l'autre se fait par le déplacement d'une *came* et cela, en manœuvrant dans un sens ou dans l'autre la poignée de l'*inverseur* habituel vide-charge.

Pour le freinage *de la tare plus la charge*, la came est disposée obliquement et la force est transmise du cylindre de frein aux sabots par la bielle qui donne l'amplification *la plus forte*.

Pour le freinage de la *tare seule*, la transmission de la force se produit par l'intermédiaire de l'autre bielle, c'est-à-dire par celle qui donne l'amplification *la plus réduite*.

Le dispositif vide-charge *SAB* est appliqué aux 9.400 wagons commandés en 1947 par la S. N. C. B. (3.500 wagons tombereaux de 25 tonnes et 5.900 wagons fermés de 20 tonnes).

#### 5. Dispositif autocontinu **SAB** (type **AC**) réalisant le freinage proportionnel à la charge.

Ce système remplace le dispositif habituel « vide-charge » : il fonctionne *automatiquement*.

Il comporte essentiellement un *groupe amplificateur* construit de telle manière qu'il permet de faire varier le rapport d'amplification de la timonerie depuis la valeur correspondant au freinage *de la tare* jusqu'à celle correspondant au freinage *de la charge*.

##### *Fonctionnement.*

La figure 816 représente schématiquement le montage sur un wagon.

Le piston du cylindre de frein 1 attaque l'extrémité *a* d'un levier 19.

L'autre extrémité *b* du levier 19 est reliée par une bielle de traction 5 aux balanciers centraux 6 accouplés de la manière habituelle aux timoneries des essieux.

D'autre part, quand la tige du piston avance vers la droite, le levier *19* prend appui, à un moment donné, sur la pièce *30* mobile le long de la paroi d'appui *P*. Dès ce moment, le levier *19* se transforme en balancier pivotant autour de la pièce *30*.

Il est clair que la position de la butée mobile *30* déterminera l'amplification du levier *19* et, par conséquent, l'effort de freinage transmis aux sabots.

Pour rendre la position de la butée *30* dépendante du poids sous charge du wagon, on a recours à une lame *42* formant ressort calibré.

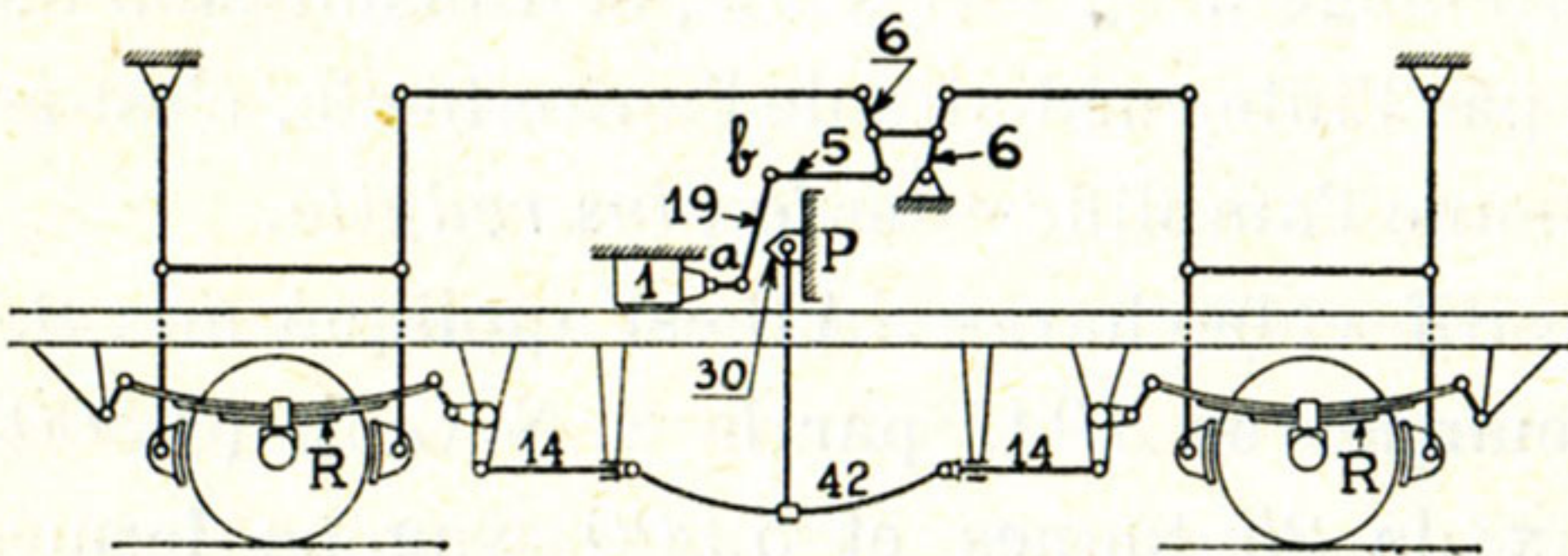


Fig. 816

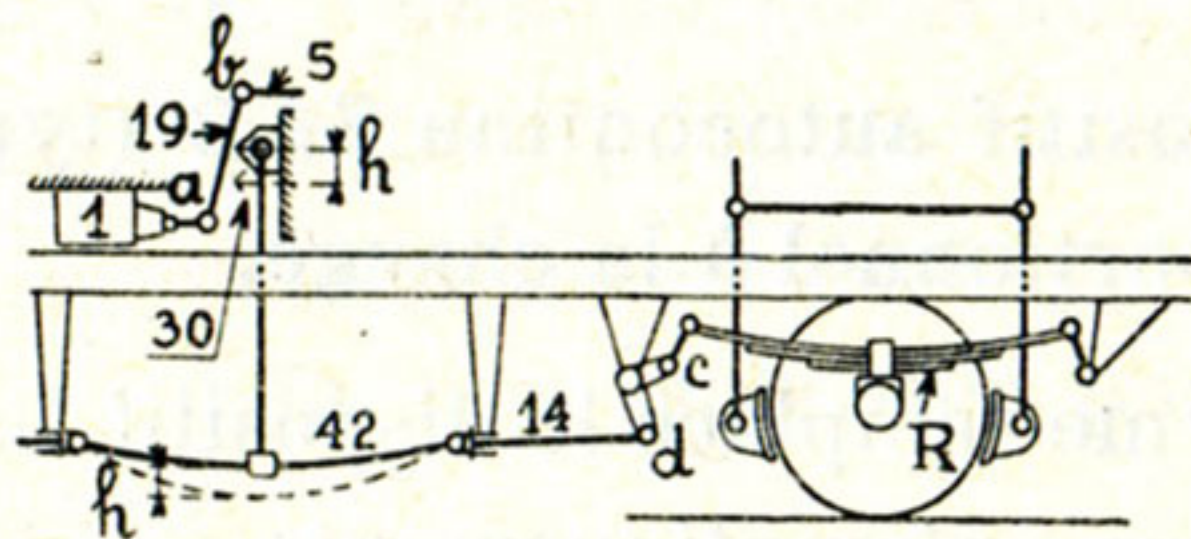


Fig. 817

Dispositif autocontinu *SAB* réalisant le freinage proportionnel à la charge.

Cette lame est soumise à la tension de deux tringles *14* reliées chacune, du côté des extrémités du wagon, à un appareillage de bascule uniquement influencé par la charge qui repose sur l'une des extrémités des ressorts de suspension *R* et cela, indépendamment de leur affaissement élastique ou permanent.

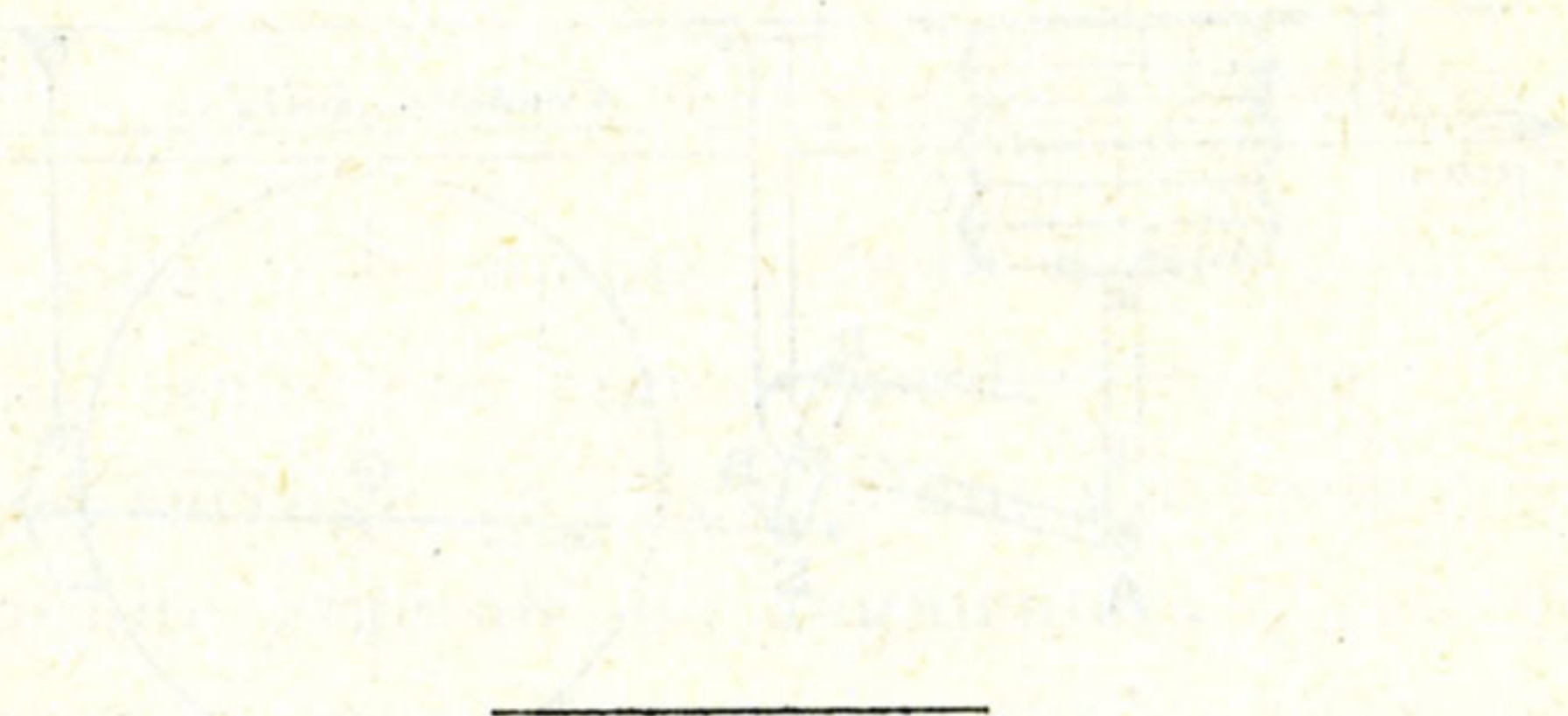
La tension de chacune des tringles *14* et, par conséquent, celle de la lame *42*, est donc fonction de cette charge.

Quand, sous l'effet d'une charge plus élevée, le ressort *R* fléchit, le châssis s'affaisse et le levier coudé *cd*, solidaire de la tringle *14*, prend la position oblique représentée figure 817,



la tringle 14 est tirée vers la droite ainsi que la lame 42, dont la hauteur de flèche diminue. De même, une diminution de la charge entraîne une augmentation de la hauteur de flèche de la lame qui a tendance à reprendre sa courbe primitive. Cette hauteur de flèche, dépendante du poids du wagon chargé, détermine la position de la butée mobile 30, c'est-à-dire le rapport d'amplification de la timonerie de frein ; ce rapport est donc, à tout moment, fonction du poids du wagon chargé.

Le dispositif autocontinu *SAB* est appliqué à 100 wagons fermés de 20 tonnes commandés par la S. N. C. B. en 1947.



## FREINS A VIDE

## 1. Frein à vide continu et direct.

Considérons un cylindre déformable *C* constitué, par exemple, de deux plateaux en acier 1 et 2, réunis par une membrane en cuir plissée en forme d'accordéon (fig. 818).

Fixons le plateau supérieur au châssis d'un véhicule et reions la timonerie du frein au plateau inférieur.

Si, au moyen d'un éjecteur, nous faisons le vide dans ce cylindre, le plateau inférieur 2, soumis à la pression atmo-

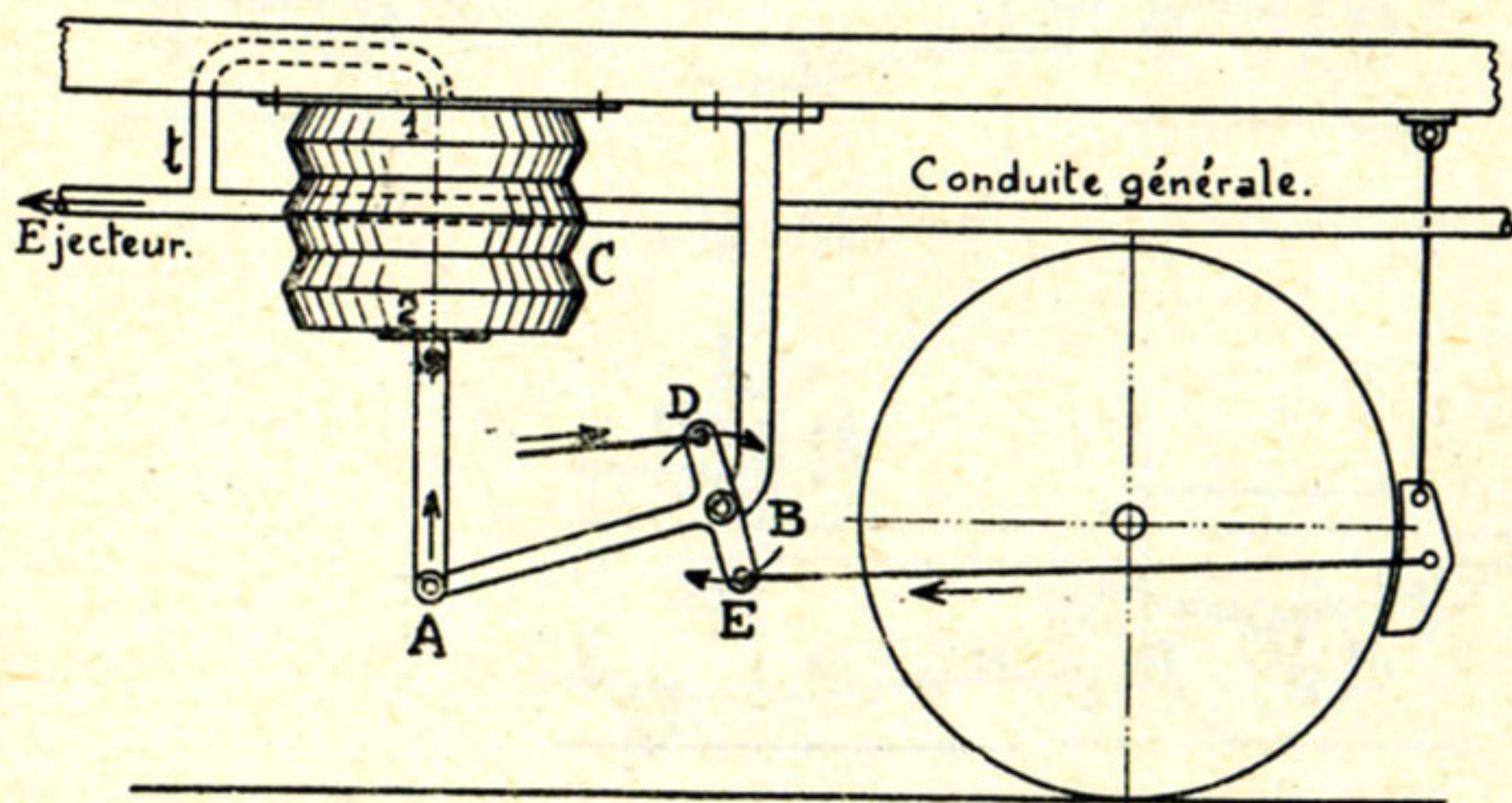


Fig. 818. — Principe du frein à vide.

sphérique extérieure viendra se coller contre le plateau supérieur, la timonerie sera entraînée par le plateau et les sabots de frein s'appliqueront contre les bandages des roues.

Si nous laissons rentrer l'air dans le cylindre de frein, le plateau inférieur 2, sollicité par son poids et celui de sa tige, redescendra et les freins se lâcheront.

Dans un frein de ce genre, *la pression motrice est donc la pression atmosphérique*, elle agira avec d'autant plus de force que le vide produit dans le cylindre aura été poussé plus loin.

Nous pouvons concevoir un cylindre de frein de ce genre, monté sur chaque véhicule d'un train (fig. 819), chaque cylindre étant en communication par son tuyau *t* avec une conduite générale, la conduite générale aboutissant à un éjec-

teur monté sur la locomotive ; nous aurons ainsi réalisé un *frein continu à vide*, c'est sous cette forme qu'il fut construit pour la première fois par *Smith* en 1872.

*Ce frein est-il automatique ?*

Non, puisque le desserrage correspond à une rentrée d'air ; lorsqu'une rupture d'attelage se produit, l'air rentre dans la conduite générale et les freins se lâchent s'ils sont appliqués à ce moment ; ils ne se serrent pas s'ils sont lâchés ; c'est un *frein direct*, le vide étant produit au moment de servir.

Plus tard, le frein *Smith* fut modifié par *Hardy*.

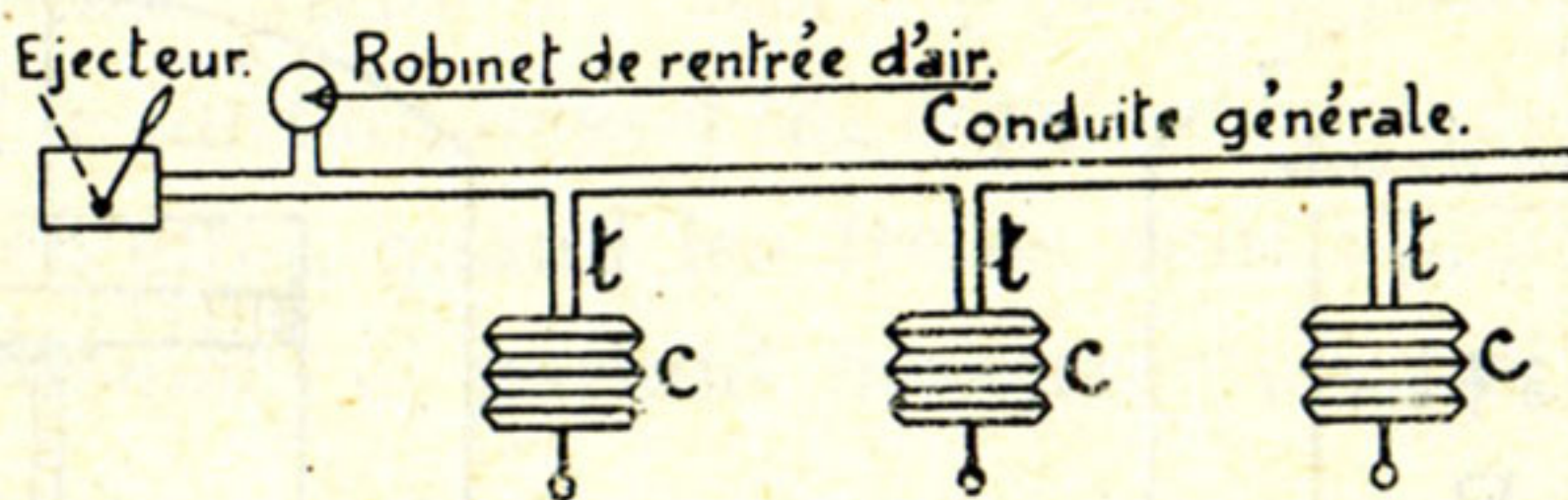


Fig. 819

Frein à vide continu et direct, non automatique.

Ce frein à vide, tout comme le frein direct à air comprimé, est *modérable* tant au serrage qu'au desserrage.

En effet, *au serrage*, en augmentant graduellement le vide dans la conduite générale, on augmentera à volonté, depuis zéro jusqu'au maximum, la pression sur les blocs de frein. En sens inverse, *au desserrage*, en laissant rentrer l'air en plus ou moins grande quantité dans la conduite générale, les freins se desserreront au degré désiré.

## 2. Frein à vide continu et automatique.

Pour réaliser l'automatisme, il fallait que le vide existât à l'état permanent sur *chaque* véhicule et par conséquent, *il fallait pourvoir chaque véhicule d'un réservoir de vide*, c'est ce que fit, vers 1880, la « Compagnie du frein à vide ».

En principe, le frein à vide automatique « Clayton » est construit comme suit :

Un grand réservoir *AB* (fig. 820), constitue le *réservoir de vide*, il renferme le cylindre de frein, ouvert par le dessus et dans lequel se déplace un piston *P* dont la tige commande la timonerie. Le réservoir de vide et le cylindre de frein commu-

niquent avec la conduite générale par les conduits *a* et *b*. Dès lors, si un éjecteur, placé sur la locomotive, aspire l'air de la conduite générale, le vide se fait en même temps dans le réservoir de vide, au-dessus et au-dessous du piston du cylindre de frein. Le piston, en équilibre de pression sur ses deux faces, descend en vertu de son propre poids et les freins sont lâchés.

Une soupape *s*, placée sur le conduit *a*, permet la sortie de l'air du réservoir de vide mais n'y permet pas sa rentrée. Il s'ensuit que, pour serrer les freins, il suffit de laisser rentrer

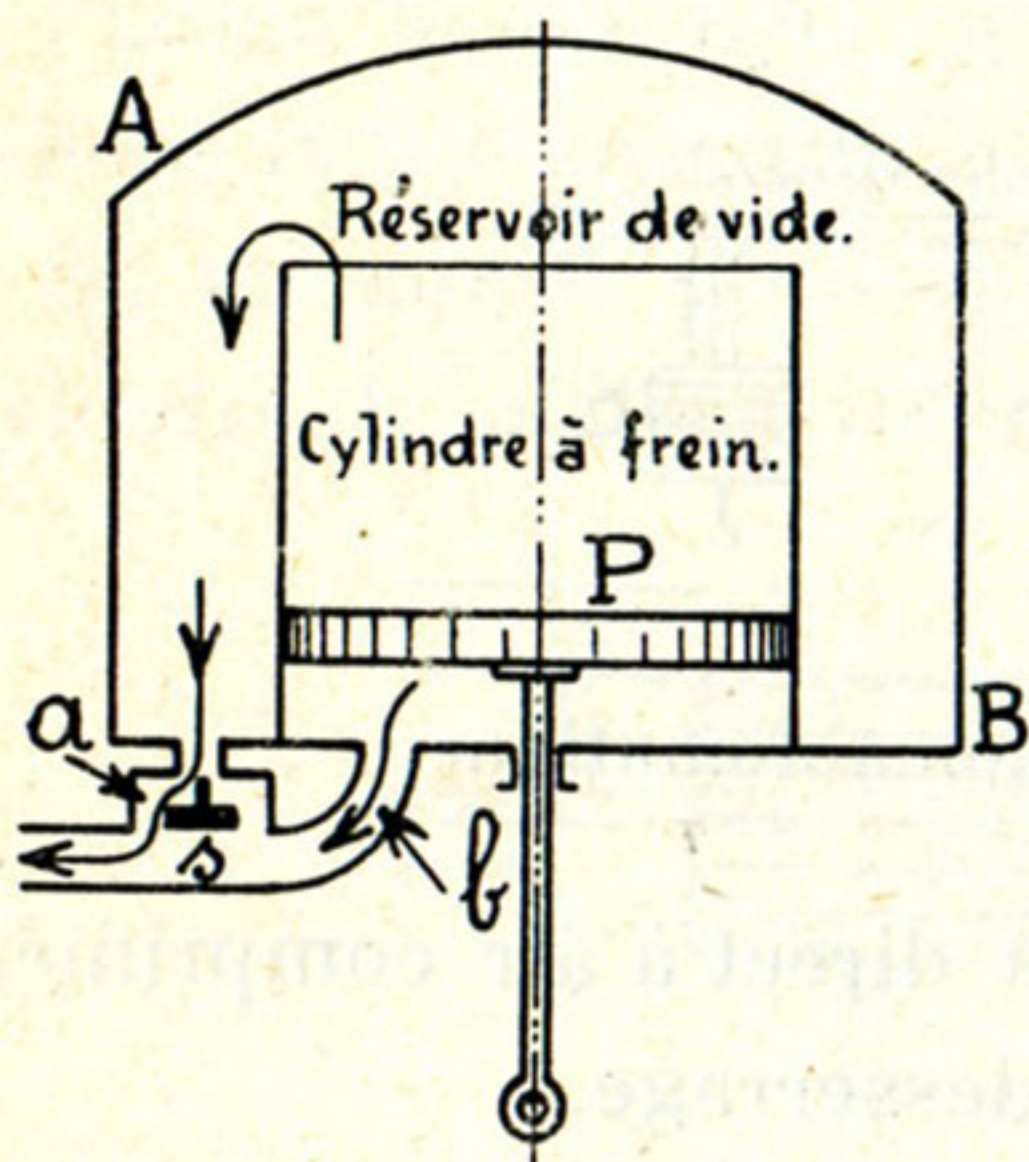


Fig. 820. — Frein à vide continu et automatique « Clayton »  
Desserrage des freins.

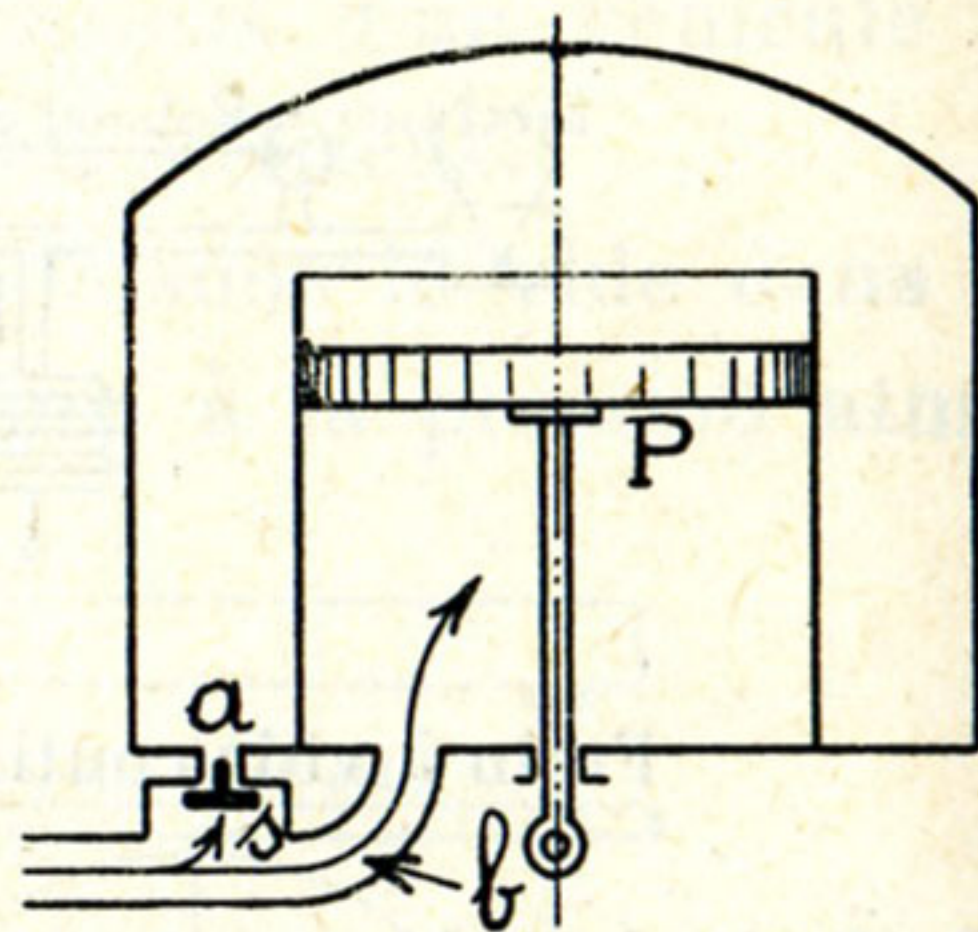


Fig. 821. — Frein à vide continu et automatique « Clayton »  
Serrage des freins.

l'air extérieur dans la conduite générale, cet air, repoussant la soupape *s* sur son siège, ne peut passer dans le réservoir de vide, mais il pénètre librement sous le piston par le conduit *b* (fig. 821), le piston, soulevé par la pression atmosphérique, entraîne la timonerie et les freins se serrent.

Survienne une rupture d'attelage, l'air atmosphérique rentre dans les deux tronçons de la conduite générale, les deux parties du train se bloquent et restent sur place.

Les freins se serreraient de même en cas de rentrées d'air par la conduite générale ou par le bourrage de tige du piston. L'automatisme est donc bien assuré.

Le vide réalisé varie entre 45 et 50 centimètres de mercure alors que le vide absolu correspond à 76 centimètres de mercure.

### 3. Frein à vide automatique à action rapide.

Le frein à vide automatique décrit ci-dessus a été perfectionné par l'adoption d'une valve à *action rapide*.

Lors d'une rentrée d'air importante dans la conduite générale, ce qui se produit dans le cas d'un serrage d'urgence, les valves à action rapide fonctionnent et mettent tous les cylindres de frein *directement* en communication avec l'atmosphère.

### 4. Modérabilité.

A la différence du frein Westinghouse automatique qui n'est modérable qu'au serrage, le frein à vide automatique est modérable tant au desserrage qu'au serrage.

On peut, en effet, quand les freins sont appliqués, faire le vide graduellement et partant desserrer les freins graduellement.

En outre, on peut après un léger desserrage, refaire immédiatement un serrage modéré ou d'urgence, sans qu'il soit besoin de le desserrer complètement. Ce sont là deux des avantages principaux du frein à vide.

*Remarque.* — Avec le frein à vide, le vide produit ne dépasse guère 52 centimètres de mercure, ce qui correspond à une pression motrice de  $1.033 \text{ gr} \times \frac{52 \text{ cm}}{76 \text{ cm}} = 706 \text{ gr par cm}^2$ , alors que la pression dans le réservoir auxiliaire du frein à air comprimé peut atteindre 5 kg/cm<sup>2</sup>. Il s'ensuit que, toutes choses égales, le diamètre du piston du cylindre du frein à vide doit être beaucoup plus grand. Il peut en résulter des difficultés d'installation, surtout sur les locomotives.

Le frein à vide possède une vitesse de propagation supérieure à celle du frein à air comprimé. L'air raréfié étant moins dense que l'air comprimé, la vitesse de propagation du freinage est d'environ 306 mètres par seconde dans les conduites du frein à vide automatique à action rapide et de 150 mètres par seconde seulement dans le cas du frein à air comprimé à action rapide.

---

## CHAPITRE VI

### FREIN A CONTRE-VAPEUR

Avant l'application, en 1933, du frein automatique à air comprimé aux trains de marchandises, la contre-vapeur était couramment utilisée sur les locomotives à marchandises pour éviter l'emballement des trains sur les longues pentes, telles que celles de la ligne du Luxembourg. Son emploi régulier exigeait alors certaines précautions tant pour éviter les avaries aux pistons, aux cylindres et aux couvercles des cylindres que pour obtenir un « diagramme » résistant satisfaisant.

Remarquons que la contre-vapeur était limitée au seul pouvoir adhérent des essieux *moteurs et accouplés* de la locomotive, alors que le frein continu peut agir sur *tous* les essieux de la locomotive, du tender et des wagons qui sont équipés au frein complet (cylindre de frein, réservoir auxiliaire et triple valve).

Considérée isolément comme moyen de freinage, l'action de la contre-vapeur pouvait être réglée à volonté, elle constituait donc un frein d'une *modérabilité* complète.

#### *Marche à contre-vapeur.*

Si, la machine étant poussée en avant par le train lancé à une certaine vitesse, le machiniste renverse le levier de changement de marche, les éléments de la distribution et le mouvement des tiroirs sont identiques à ce qu'ils seraient si la machine marchait en arrière ; nous devons donc considérer que, seul, le mouvement du piston continue à correspondre à la marche en avant et, par conséquent, lire le diagramme (fig. 822) en sens contraire. Au lieu de considérer le parcours *ABGDHA*, nous envisagerons les périodes successives *ABCDEFA*.

Pendant la période *AF*, qui correspondait à l'avance à l'admission en marche directe, la vapeur admise presse sur le piston de façon à accélérer le mouvement. Cette phase ne dure pas longtemps car la lumière se ferme bientôt.

De *F* en *E*, c'est la période correspondant à la compression en marche normale ; les lumières sont fermées, la vapeur

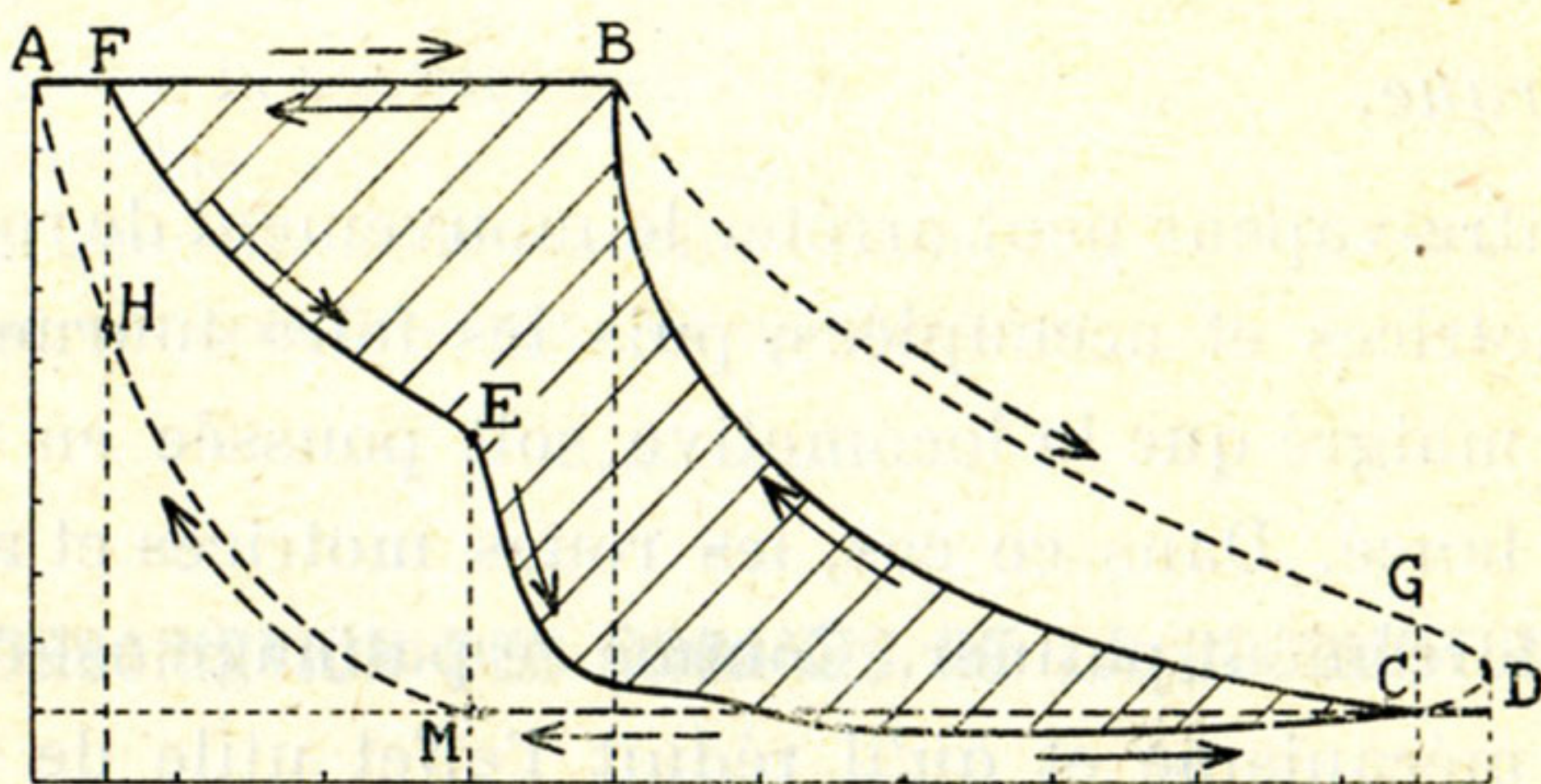


Fig. 822. — Marche à contre-vapeur.

contenue dans le cylindre se détend, poussant toujours le piston en avant, mais, peu après, le cylindre est mis en communication avec l'échappement, *de E en D* ; à ce moment, le peu de vapeur détendue qui se trouve dans le cylindre s'échappe ; la durée de cet échappement est très courte et, comme le piston avance toujours, il fait le vide derrière lui, il se produit donc une aspiration dans le conduit d'échappement et, par là, dans la boîte à fumée. Le piston achève sa course, alors que le cylindre est toujours en communication avec l'échappement. *Pendant cette course (sauf à la fin), l'effort développé sur le piston a été légèrement moteur.*

Au début de la *course de retour, de D en C*, le cylindre reste en communication avec l'échappement, le piston refoule à faible vitesse dans la décharge une partie des gaz aspirés pendant la course d'aller ; mais bientôt la lumière se ferme, les gaz qui restent dans le cylindre sont comprimés et *ainsi, de C en B, commence une phase réellement retardatrice.*

Enfin, pendant la période correspondant à l'admission en marche normale, c'est-à-dire *de B en A*, la lumière se rouvre et la vapeur vive est admise dans le cylindre, elle s'oppose

alors avec toute sa pleine pression au mouvement du piston, celui-ci refoule la vapeur avec les gaz comprimés dans la boîte de distribution et de là, dans la chaudière.

L'examen du diagramme montre que le travail résistant en contre-vapeur est moindre que le travail moteur développé en marche directe pour le même cran d'admission.

*Remarque.*

La contre-vapeur peut arrêter le mouvement de rotation des roues motrices et accouplées, puis les faire tourner en sens inverse, malgré que la locomotive soit poussée en avant par le train lancé. Dans ce cas, les roues motrices et accouplées doivent forcément patiner. Comme ce patinage est dangereux pour le mécanisme et qu'il réduit l'effet utile de la contre-vapeur, il faut l'éviter en faisant usage de la sablière et en modérant l'action résistante de la contre-vapeur par la manœuvre du levier de changement de marche.

Sur certains réseaux, la contre-vapeur est encore utilisée à la descente des *longues* pentes pour modérer la vitesse sans employer le serrage des sabots de frein ou en n'usant que modérément de celui-ci.

Le frottement des sabots contre les bandages développe de la chaleur et quand le freinage est prolongé, l'échauffement excessif du bandage diminue le serrage de celui-ci sur le corps de roue ; il s'ensuit que le freinage tend à faire tourner le bandage sur le corps de roue.

---



# TABLE DES MATIÈRES

## TABLE SYSTÉMATIQUE

Avant-propos de la quatrième édition . . . . .	VI
Aperçu historique . . . . .	1
Disposition générale de la machine locomotive . . . . .	12
Désignation abrégée des types de locomotives . . . . .	13

## DESCRIPTION DES ORGANES DE LA LOCOMOTIVE

### PREMIÈRE PARTIE

#### LA CHAUDIÈRE

##### CHAPITRE I<sup>er</sup>. — Le foyer et sa grille

	Pages
1. Description du foyer . . . . .	20
2. Nature des parois . . . . .	20
a) foyers en cuivre . . . . .	20
b) foyers en acier . . . . .	22
3. Forme des foyers . . . . .	24
4. Consolidation des parois . . . . .	26
Entretoises . . . . .	26
Porte . . . . .	32
Déflecteur . . . . .	34
Ciel du foyer — sa consolidation . . . . .	37
Consolidation de la partie supérieure de la tôle arrière de la boîte à feu . . . . .	43
5. Placement et enlèvement du foyer . . . . .	44
6. Voûte . . . . .	44
Cadre . . . . .	46
7. Grille . . . . .	46
Grille à secousses . . . . .	47
Jette feu . . . . .	49
Grille à secousses système Hulson . . . . .	50
8. Cendrier . . . . .	52
9. Chargeurs mécaniques ou stockers . . . . .	53
10. Position relative du foyer et des essieux. . . . .	54

	Pages
11. Chambre de combustion . . . . .	56
12. Chauffage à l'huile lourde. . . . .	57
Mazout . . . . .	57
13. Remarques générales sur la vaporisation . . . . .	61

## CHAPITRE II. — Pressions et températures

1. Pression atmosphérique . . . . .	63
2. Pressions et températures . . . . .	64
3. Frottement . . . . .	66
1. Frottement de glissement. . . . .	66
Coefficient de frottement de glissement . . . . .	66
2. Frottement de roulement . . . . .	67
Coefficient de frottement de roulement . . . . .	67
3. Adhérence . . . . .	68
Coefficient d'adhérence . . . . .	68
4. Accouplement des essieux . . . . .	69

## CHAPITRE III. — Corps cylindrique et faisceau tubulaire

1. Corps cylindrique — sa construction. . . . .	70
Raccordement du corps cylindrique à la boîte à feu . . . . .	76
»                   »                   »                   à la boîte à fumée . . . . .	78
2. Faisceau tubulaire — dispositions des tubes à fumée —	
nature du métal . . . . .	78
Effets de la dilatation . . . . .	80
Montage des tubes à fumée en acier . . . . .	84
Tubes Serve . . . . .	89
3. Dôme . . . . .	89

## CHAPITRE IV. — Boîte à fumée et cheminée

1. Boîte à fumée . . . . .	92
Porte de boîte à fumée . . . . .	94
Pare-étincelles . . . . .	96
Grille à flammèches . . . . .	96
Trémie de vidange. . . . .	96
2. Cheminée . . . . .	97
Forme des cheminées- . . . . .	97
Accessoires : visière, capuchon, chapiteau . . . . .	98

## CHAPITRE V. — Appareils d'alimentation

1. Pompes et injecteurs . . . . .	100
Injecteur Giffard . . . . .	100
Injecteurs aspirants — injecteurs montés en charge . . . . .	103

	Pages
Amorçage . . . . .	103
Injecteur Friedmann . . . . .	104
» Rongy . . . . .	104
» Gresham et Craven. . . . .	104
» aspirant Nathan . . . . .	108
» » allemand . . . . .	109
» à eau chaude Metcalfe . . . . .	110
Débit des injecteurs . . . . .	110
Qualités qui distinguent un bon injecteur . . . . .	112
Causes de non fonctionnement et remèdes appropriés . . . . .	113
2. Réchauffeurs d'eau d'alimentation . . . . .	115
1. Réchauffage de l'eau du tender . . . . .	115
2. Appareil récupérant une partie de la chaleur de la va- peur d'échappement . . . . .	116
1) Réchauffeurs par surface . . . . .	117
Réchauffeur Caille et Pottonié, 1 <sup>er</sup> modèle . . . . .	118
2) Réchauffeurs par mélange . . . . .	120
1) Réchauffeur Worthington, type vertical . . . . .	120
2) Réchauffeur Worthington, type horizontal . . . . .	123
3) Réchauffeur à déversoir A.C.F.I. . . . .	127
4) Réchauffeur à flotteur A.C.F.I., type RM (in- tégral). . . . .	128
5) Injecteur à vapeur d'échappement, système Metcalfe . . . . .	130
6) Injecteur à vapeur d'échappement Metcalfe, type H, à commande automatique . . . . .	135
3. Tuyauteries des appareils d'alimentation . . . . .	140

#### CHAPITRE VI. — Eaux d'alimentation

1. Généralités . . . . .	143
Lavages périodiques des chaudières . . . . .	144
2. Epuration des eaux d'alimentation . . . . .	144
3. Lavage à l'eau chaude des chaudières de locomotives . . . . .	145
4. Désincrustants . . . . .	146
5. Le débouillage . . . . .	147
6. Appareils débouilleurs ou extracteurs . . . . .	149
Débouilleur Gestra . . . . .	151
Extracteur Okadee. . . . .	153

#### CHAPITRE IV. — Surchauffeurs

1. Principe de la surchauffe . . . . .	154
2. Historique sommaire . . . . .	155
3. Description des surchauffeurs . . . . .	156
A) Surchauffeur Schmidt de boîte à fumée . . . . .	156
B) » » placé dans les tubes à fumée . . . . .	157

	Pages
c) Surchauffeur Schmidt à petits tubes . . . . .	161
d) » « Belge » . . . . .	163
4. Organes du surchauffeur . . . . .	165
A) Gros tubes . . . . .	167
B) Eléments surchauffeurs . . . . .	167
C) Collecteur . . . . .	172
5. Appareils indiquant la température de la vapeur surchauffée.	175
Pyromètre à tension de vapeur saturée . . . . .	175
» à dilatation de mercure . . . . .	177
» thermo-électrique . . . . .	178
6. Dispositifs ayant pour but de protéger les extrémités des éléments surchauffeurs contre la brûlure . . . . .	180

#### CHAPITRE VIII. — Fumivores . . . . . 183

Fumivore automatique Pyram . . . . .	186
--------------------------------------	-----

#### CHAPITRE IX. — Appareils de sûreté

Généralités . . . . .	189
1. Soupapes . . . . .	189
Rôle — types . . . . .	189
Soupapes à balance . . . . .	190
Soupapes à charge directe . . . . .	190
Soupape Wilson . . . . .	190
Soupape Coale . . . . .	192
Stipulations du règlement de police . . . . .	194
2. Manomètres . . . . .	194
Stipulations du règlement de police . . . . .	194
Manomètre à tube . . . . .	195
» à plaque . . . . .	195
3. Indicateurs de niveau . . . . .	196
Stipulations du règlement de police . . . . .	196
Indicateur à barillet . . . . .	197
» à tube de verre — indicateur Dewrance . . . . .	198
Protecteur . . . . .	199
Indicateur de niveau à réflexion . . . . .	200
4. Bouchon fusible — composition — rôle — montage . . . . .	201

#### CHAPITRE X. — Accessoires de la chaudière

1. Sifflet . . . . .	202
2. Souffleur . . . . .	202
3. Bouches de lavage . . . . .	203
4. Robinet de vidange . . . . .	206
5. Garniture et enveloppe isolante . . . . .	207
6. Ecrans parafumées . . . . .	207

## DEUXIÈME PARTIE

## LE MOTEUR OU MACHINE PROPREMENT DITE

CHAPITRE I<sup>er</sup>. — Rappel de notions de mécanique

	Pages
1. Généralités . . . . .	208
Machine à vapeur ordinaire — définitions . . . . .	209
Obliquité de la bielle motrice et de la barre d'excentrique.	210
2. Machine à vapeur à pleine pression — conditions de réalisation	211
3. Machine à vapeur à détente . . . . .	214
Détente fixe . . . . .	215
Recouvrement extérieur . . . . .	215
Avance angulaire . . . . .	216
» linéaire . . . . .	217
Phases de la distribution . . . . .	217
Nécessité d'un second cylindre sur la locomotive en vue du démarrage . . . . .	220
But de la détente . . . . .	222
» de l'échappement anticipé . . . . .	222
» de la compression . . . . .	223
» de l'avance à l'admission . . . . .	223
4. Renversement de la marche et variation de la détente en marche . . . . .	224
1 <sup>o</sup> ) Renversement de la marche — coulisse . . . . .	224
2 <sup>o</sup> ) Variation de la détente . . . . .	228
Excentrique fictif . . . . .	228
A) Distribution de Stephenson . . . . .	232
Barres ouvertes et barres croisées . . . . .	234
Variation de l'avance à l'admission . . . . .	235
Angles d'avance inégaux. . . . .	236
Suspension de la coulisse . . . . .	238
Distribution avec le levier de changement de marche au centre . . . . .	239
B) Distribution de Walschaerts . . . . .	240
Avance à l'admission constante . . . . .	242
Contremanivelle . . . . .	244
Calage de l'excentrique . . . . .	244
Distribution pour des positions diverses de la mani- velle et du levier . . . . .	245

## CHAPITRE II. — Travail et puissance

1. Travail. . . . .	246
2. Puissance . . . . .	247
Indicateur Richard . . . . .	249

	Pages
Diagrammes . . . . .	250
Pression moyenne . . . . .	252
Puissance de la locomotive. . . . .	252
 <b>CHAPITRE III. — Dispositions caractéristiques de l'appareil moteur</b>	
1. Locomotives à deux cylindres égaux à simple expansion . . . . .	255
2. Locomotives compound à deux cylindres . . . . .	256
3. Locomotives à quatre cylindres . . . . .	257
A. Locomotives compound à quatre cylindres . . . . .	258
B. Locomotives à quatre cylindres égaux à simple expansion . . . . .	260
4. Locomotives à trois cylindres égaux, simple expansion . . . . .	262
 <b>CHAPITRE IV. — Prise de vapeur</b>	
1. Dispositions générales . . . . .	264
2. Commande du modérateur . . . . .	266
3. Modérateurs à tiroir . . . . .	267
Tiroir simple . . . . .	267
Tiroirs superposés. . . . .	267
Modérateur Walschaerts . . . . .	268
4. Modérateur à soupape équilibrée . . . . .	271
5. Modérateur à soupapes multiples . . . . .	273
6. Modérateur Schmidt et Wagner. . . . .	275
7. Dispositifs spéciaux de commande des modérateurs à soupape . . . . .	278
 <b>CHAPITRE V. — Cylindres</b>	
Généralités . . . . .	283
Espace nuisible . . . . .	284
Fixation aux longerons . . . . .	284
Soupapes de sûreté et diaphragmes . . . . .	286
Purgeurs . . . . .	288
Marche à modérateur fermé . . . . .	288
Reniflards. . . . .	290
Conduit d'équilibre ou by-pass . . . . .	293
Distributeur Nicolaï. . . . .	300
Vérification de la position des pistons par rapport aux couvercles de cylindres . . . . .	302
 <b>CHAPITRE VI. — Le booster ou moteur auxiliaire de démarrage . . . . .</b>	 304
 <b>CHAPITRE VII. — Boîtes à vapeur ou chapelles de distribution</b>	
Formes et dispositions diverses . . . . .	307

## CHAPITRE VIII. — Distributeurs

1. Tiroir plan ordinaire . . . . .	310
2. » » à canal . . . . .	311
3. Tiroirs plans équilibrés . . . . .	314
Tiroirs plans à compensateurs . . . . .	314
Système Richardson . . . . .	314
Système Adams . . . . .	316
4. Tiroirs cylindriques . . . . .	317
5. » » à double admission . . . . .	325
6. Remarques diverses concernant les distributions à tiroirs cylindriques . . . . .	326
7. Distributeurs spéciaux . . . . .	330
8. Distributions par soupapes . . . . .	331
9. Distributions par pistons-valves . . . . .	336
10. » » soupapes à cames rotatives, système Caprotti . . . . .	337

## CHAPITRE IX. — Réglage des distributions à changement de marche

1. Opérations préliminaires . . . . .	345
2. Méthode générale . . . . .	346
3. Tableau des avances . . . . .	347
4. Réglage d'une distribution Stephenson . . . . .	347
5. » » » Walschaerts . . . . .	351

## CHAPITRE X. — Appareils de changement de marche

Généralités . . . . .	355
1. Leviers à main . . . . .	355
2. Changement de marche à vis . . . . .	356
3. Changement de marche mixte système Belpaire . . . . .	356
4. Changement de marche à vapeur . . . . .	358
Servo-moteur . . . . .	358
Servo-moteur Rongy . . . . .	358
5. Changement de marche avec servo-moteur à air comprimé de la locomotive pacific type 1 . . . . .	361
6. Changement de marche système Franklin. . . . .	363
7. Appareils de changement de marche des locomotives compound . . . . .	365
Système Flamme-Rongy . . . . .	366
» français . . . . .	367

## CHAPITRE XI. — Pistons moteurs et leurs tiges

1. Pistons. . . . .	369
Usinage des cercles de piston . . . . .	370
2. Tiges de pistons . . . . .	377

	Pages
3. Contretiges . . . . .	378
4. Boîtes à bourrage pour tiges de piston et tiges de tiroir . . . . .	380
5. Matières obturatrices ou garnitures proprement dites . . . . .	382
Bourrages pour machines à surchauffe . . . . .	383

### CHAPITRE XII. — Crosses et guides

1. Crosses. . . . .	390
Crosses à deux guides, à quatre guides, à guide unique . . . . .	391
Assemblage de la tige à la crosse . . . . .	394
Modèles de crosses . . . . .	394
2. Guides . . . . .	395

### CHAPITRE XIII. — Bielles motrices et d'accouplement

1. Bielles motrices — rôle . . . . .	397
Corps de la bielle . . . . .	397
Têtes de la bielle . . . . .	399
Coussinets . . . . .	400
Rappel du jeu . . . . .	402
Types de bielles motrices . . . . .	403
2. Bielles d'accouplement — rôle . . . . .	407
Construction . . . . .	407
Types de bielles d'accouplement . . . . .	409

### CHAPITRE XIV. — Excentriques et manivelles

1. Excentriques — rôle . . . . .	412
Poulie d'excentrique . . . . .	412
Collier . . . . .	412
Barre . . . . .	413
Types d'excentriques . . . . .	414
2. Manivelles . . . . .	415
a) Manivelles d'accouplement . . . . .	415
b) Manivelles motrices . . . . .	416
Contremanivelles rapportées . . . . .	417

### CHAPITRE XV. — Equilibrage des masses mobiles

1. Equilibrage des masses tournantes . . . . .	419
2. Auto-équilibrage des essieux coudés. . . . .	421
3. Equilibrage des masses à mouvement alternatif . . . . .	422

## TROISIÈME PARTIE

### LE GRAISSAGE

#### CHAPITRE I. — Lubrification et lubrifiants

But du graissage . . . . .	426
1. Choix du lubrifiant . . . . .	426
1. Théorie de la lubrification . . . . .	426



Lois du frottement . . . . .	427
a) Frottement sec . . . . .	427
b) Frottement fluide ou hydrodynamique . . . . .	427
Film d'huile . . . . .	427
c) Frottement demi-sec ou onctueux . . . . .	427
Courbe du coefficient de frottement . . . . .	428
Viscosité . . . . .	432
Qualités techniques d'un bon lubrifiant . . . . .	432
2. Les lubrifiants . . . . .	434
Matière première — Pétrole brut . . . . .	434
Gisements . . . . .	434
Propriétés physiques . . . . .	434
Composition chimique . . . . .	434
Traitement du pétrole brut . . . . .	435
3. Huiles de graissage pour locomotives . . . . .	435
A. Huiles minérales extraites du pétrole brut . . . . .	436
a) Huiles minérales de graissage pour les pièces du mouvement et pour les fusées d'essieux . . . . .	436
b) Huiles cylindriques pour le graissage des distributeurs et des cylindres à vapeur . . . . .	438
1. Propriétés communes aux cylindriques . . . . .	438
2. Provenance de l'huile . . . . .	439
Cylindriques filtrées . . . . .	439
3. Choix de l'huile de graissage . . . . .	440
a) Caractéristiques de la vapeur . . . . .	440
b) Caractéristiques mécaniques de la locomotive . . . . .	440
4. Utilisation correcte de l'huile cylindrique . . . . .	441
5. Marche à modérateur fermé . . . . .	441
6. Caractéristiques que doivent posséder les cylindriques . . . . .	442
B. Graisses consistantes . . . . .	443
C. Huiles végétales . . . . .	444
D. Huiles extraites du goudron de houille . . . . .	445
E. Huiles et graisses animales . . . . .	445

## CHAPITRE II. — Mécanisme du graissage

A. Surfaces planes glissant l'une sur l'autre. . . . .	446
Coin d'huile . . . . .	446
B. Tourillons animés d'un mouvement continu de rotation. . . . .	448
Influence des rainures de graissage . . . . .	450
C. Graissage des tourillons oscillants . . . . .	451

## CHAPITRE III. — Appareils de graissage

Considérations générales. . . . .	453
A. Graisseurs du mécanisme . . . . .	453
1. Godets graisseurs . . . . .	453

	Pages
2. Graisseurs à mèche . . . . .	454
3. Graisseurs à pointeau . . . . .	455
4. Graisseurs à épinglette . . . . .	456
6. Graisseurs à épinglette à fermeture automatique . . . . .	457
B. Graisseurs des pistons et des tiroirs. . . . .	458
Graisseurs à condensation . . . . .	458
1. Graisseur à boule . . . . .	458
2. » Roscoë . . . . .	459
3. » Nathan . . . . .	460
4. » Détroit . . . . .	463
C. Graisseurs mécaniques . . . . .	466
1. Graisseur Zeyen . . . . .	466
2. Graisseur Nathan pour pompe à air du frein Westinghouse . . . . .	468
D. Soupapes ou clapets de retenue. . . . .	472
Soupape de retenue « Olva » . . . . .	472
E. Introduction de l'huile dans le milieu à graisser . . . . .	473
Atomiseur Olva . . . . .	476

## QUATRIÈME PARTIE

### L'ÉCHAPPEMENT

#### CHAPITRE I<sup>er</sup>. — Mécanisme de l'échappement

1. La vapeur usagée qui sort des cylindres peut-elle encore servir à quelque chose? . . . . .	477
2. Comment la vapeur de décharge des cylindres produit-elle le tirage forcé? . . . . .	477
Dépression . . . . .	478
3. Théorie du tirage forcé . . . . .	481
Influence sur le tirage d'un prélèvement de vapeur à l'échappement . . . . .	483
4. Echappement fixe . . . . .	484
5. Echappement variable . . . . .	485

#### CHAPITRE II. — Systèmes modernes d'échappement

Dispositif à petticoat des locomotives américaines . . . . .	487
Dispositifs modernes d'échappement . . . . .	488
1. Tuyères à jets multiples (Kylälä) . . . . .	488
2. Echappement Kylchap . . . . .	489
Principes de construction de l'échappement . . . . .	491
Double cheminée . . . . .	492

#### CHAPITRE III. — Dispositifs spéciaux de démarrage et d'échappement des locomotives compound

Vanne de démarrage des locomotives compound . . . . .	493
Echappement direct des locomotives compound . . . . .	494

## CINQUIÈME PARTIE

## LE VÉHICULE

Généralités . . . . .	500
-----------------------	-----

CHAPITRE I<sup>er</sup> — Le châssis

Rôle du châssis — sa construction. . . . .	501
Dimensions — forme . . . . .	501
Châssis en barre . . . . .	504
Longeron central . . . . .	505
Châssis monobloc . . . . .	505
Liaison du châssis et de la chaudière . . . . .	506

## CHAPITRE II. — Suspension

1. Ressorts — classification . . . . .	509
1) Ressorts à lames étagées . . . . .	509
2) Ressorts en hélice . . . . .	513
2. Matière constitutive des ressorts . . . . .	513
3. Rôle des ressorts. . . . .	514
4. Répartition des charges entre les essieux. . . . .	514
5. Emploi des balanciers. . . . .	516
Suspension en trois points . . . . .	521

## CHAPITRE III. — Essieux, Roues, Boîtes

1. Essieux — généralités. . . . .	523
A) Essieux porteurs . . . . .	523
B) Essieux moteurs droits et coudés . . . . .	523
Types d'essieux coudés . . . . .	524
Essieux polybloc . . . . .	528
2. Roues . . . . .	529
A) Centre de roue . . . . .	529
B) Bandages . . . . .	530
Mode d'attache des bandages . . . . .	535
3. Boîtes à huile . . . . .	537
Boîte d'essieu de locomotive . . . . .	538
Sous-boîte . . . . .	539, 544
Guides . . . . .	539
Appliques . . . . .	539
Coussinets . . . . .	540
Tampon de graissage . . . . .	544
Packing . . . . .	544
Appliques de frottement . . . . .	544
Plaque de frottement . . . . .	545

	Pages
Guides des boîtes . . . . .	545
Sous-garde. . . . .	546
Coins de rappel . . . . .	546
Boîtes spéciales . . . . .	548
 CHAPITRE IV. — Circulation en courbe  	
Généralités . . . . .	550
Moyens employés pour favoriser le passage des locomotives dans les courbes de petit rayon . . . . .	551
1. Surlargeur de la voie . . . . .	551
2. Réduction de l'empattement de la machine . . . . .	552
3. Amincissement des bourrelets. . . . .	552
4. Suppression des bourrelets . . . . .	553
5. Déplacement transversal des essieux — dispositif de rappel. . . . .	554
6. Essieu radial — bissel . . . . .	555
7. Boîtes radiales . . . . .	560
8. Bogie — types de bogies . . . . .	561
Bogie moto-porteur . . . . .	569
Avantages des bogies . . . . .	572
Condition requise pour que la locomotive circule avec aisance dans les courbes . . . . .	573
Empattement . . . . .	574
Considérations théoriques sur les dispositifs du rappel . . . . .	575
1. Rappel par ressorts . . . . .	575
2. Rappel par la gravité . . . . .	577
Résumé . . . . .	584
Conclusions pratiques . . . . .	586

CHAPITRE V. — Graissage du mentonnet des roues et du  
bourrelet des rails au passage dans les voies en courbe

A) Graissage du mentonnet des roues . . . . .	588
B. Graissage de la face verticale intérieure du bourrelet des rails	590

SIXIÈME PARTIE

CHAPITRE I — Appareils d'attelage et de choc

Appareils d'attelage et de choc . . . . .	595
Accouplement entre machine et tender . . . . .	596
Tendances diverses . . . . .	596
Attelage central . . . . .	596
Attelage continu . . . . .	600
Attelage Ledeborg . . . . .	600
Attelage allemand . . . . .	600
Accouplement Franklin . . . . .	602
Accouplement des locomotives types 1 et 12. . . . .	604

## CHAPITRE II. — Répétition des signaux de la voie sur les locomotives

1. Appareils de répétition des signaux à action intermittente . . . . .	605
2. Principes de construction des appareils répéteurs. . . . .	608
§ 1. Appareils à contact mécanique . . . . .	608
§ 2. Appareils à contact électrique . . . . .	609
§ 3. Appareils sans contact . . . . .	609
3. Signalisation continue sur les locomotives . . . . .	610
4. Freinage automatique (train-control). . . . .	610

## CHAPITRE III. — Accessoires divers

1. Sablières . . . . .	611
Généralités . . . . .	611
Sablière primitive . . . . .	612
» à vapeur — système Gresham . . . . .	612
» à air comprimé — système Gresham . . . . .	613
2. Ramoneurs à vapeur pour tubes . . . . .	614
3. Abri pour le personnel . . . . .	616
4. Tablier et couvre-roues . . . . .	617
5. Chasse-pierres . . . . .	617

## SEPTIÈME PARTIE

## TENDER ET LOCOMOTIVE-TENDER

CHAPITRE I<sup>er</sup>. — Le tender

Généralités . . . . .	618
Châssis — suspension — boîtes à huile. . . . .	619
Soutes à eau et à charbon . . . . .	619
Prise d'eau en marche . . . . .	621

## CHAPITRE II. — La locomotive-tender

Généralités . . . . .	623
-----------------------	-----

Photos et caractéristiques de quelques locomotives.

## HUITIÈME PARTIE

## LES FREINS

CHAPITRE I <sup>er</sup> . — Généralités . . . . .	633
----------------------------------------------------	-----

## CHAPITRE II. — Frein à air comprimé

A. Frein automatique . . . . .	637
1. Description . . . . .	637
2. Continuité du frein . . . . .	642

	Pages
3. Robinet d'arrêt . . . . .	642
4. Automaticité . . . . .	644
5. Signaux d'alarme . . . . .	645
6. « Robinet du mécanicien » ordinaire . . . . .	647
7. « Robinet du mécanicien » à décharge égalisatrice . . . . .	650
8. Robinet du mécanicien H-7 . . . . .	656
9. Triple valve à action ordinaire . . . . .	656
10. Triple valve à action rapide . . . . .	663
11. Triple valve <i>Lu</i> . . . . .	671
12. Frein monobloc Westinghouse. . . . .	671
14. Particularités diverses . . . . .	672
I. Manomètre . . . . .	672
II. Valve de purge . . . . .	672
III. Rainure de fuite . . . . .	674
IV. Disposition particulière à la locomotive . . . . .	674
V. Disposition en double traction . . . . .	675
14. Manœuvre des freins . . . . .	676
15. Descente des longues pentes . . . . .	678
16. Progrès récents apportés au frein Westinghouse auto- matique . . . . .	678
17. Frein Westinghouse auto-variable . . . . .	679
B. Frein direct . . . . .	680
C. Frein double . . . . .	683
D. Frein à air comprimé et frein électromagnétique superposés . . . . .	688
E. Régleur de frein SAB, type DR (double action rapide) . . . . .	689

### CHAPITRE III. — Frein Westinghouse américain 6 ET pour locomotives et tenders

1. But . . . . .	691
2. Généralités . . . . .	691
3. Possibilités de l'équipement spécial 6 ET . . . . .	693
4. Particularités qui distinguent l'équipement de la locomotive et du tender . . . . .	693
5. Fonctionnement . . . . .	696
A. Manœuvre du frein automatique avec le « robinet du méca- nicien à décharge égalisatrice » <i>R</i> . . . . .	696
B. Manœuvre du frein indépendant <i>r</i> . . . . .	716
Double traction . . . . .	725
Résumé . . . . .	728

### CHAPITRE IV. — Particularités qui distinguent le frein continu automatique appliqué aux trains de marchandises

1. Conduite blanche. . . . .	729
2. Freinage de la tare seule . . . . .	729
Freinage de la tare et de la charge . . . . .	729

	Pages
3. Modérabilité au desserrage. Dispositif Plaine-Montagne. . . . .	731
4. Dispositif vide-chargé SAB. . . . .	732
5. Dispositif auto-continu SAB (type AC) réalisant le freinage proportionnel à la charge . . . . .	733

#### CHAPITRE V. — Freins à vide

1. Frein à vide continu et direct . . . . .	736
2. Frein à vide continu et automatique . . . . .	737
3. Frein à vide continu et automatique à action rapide . . . . .	739
4. Modérabilité. . . . .	739

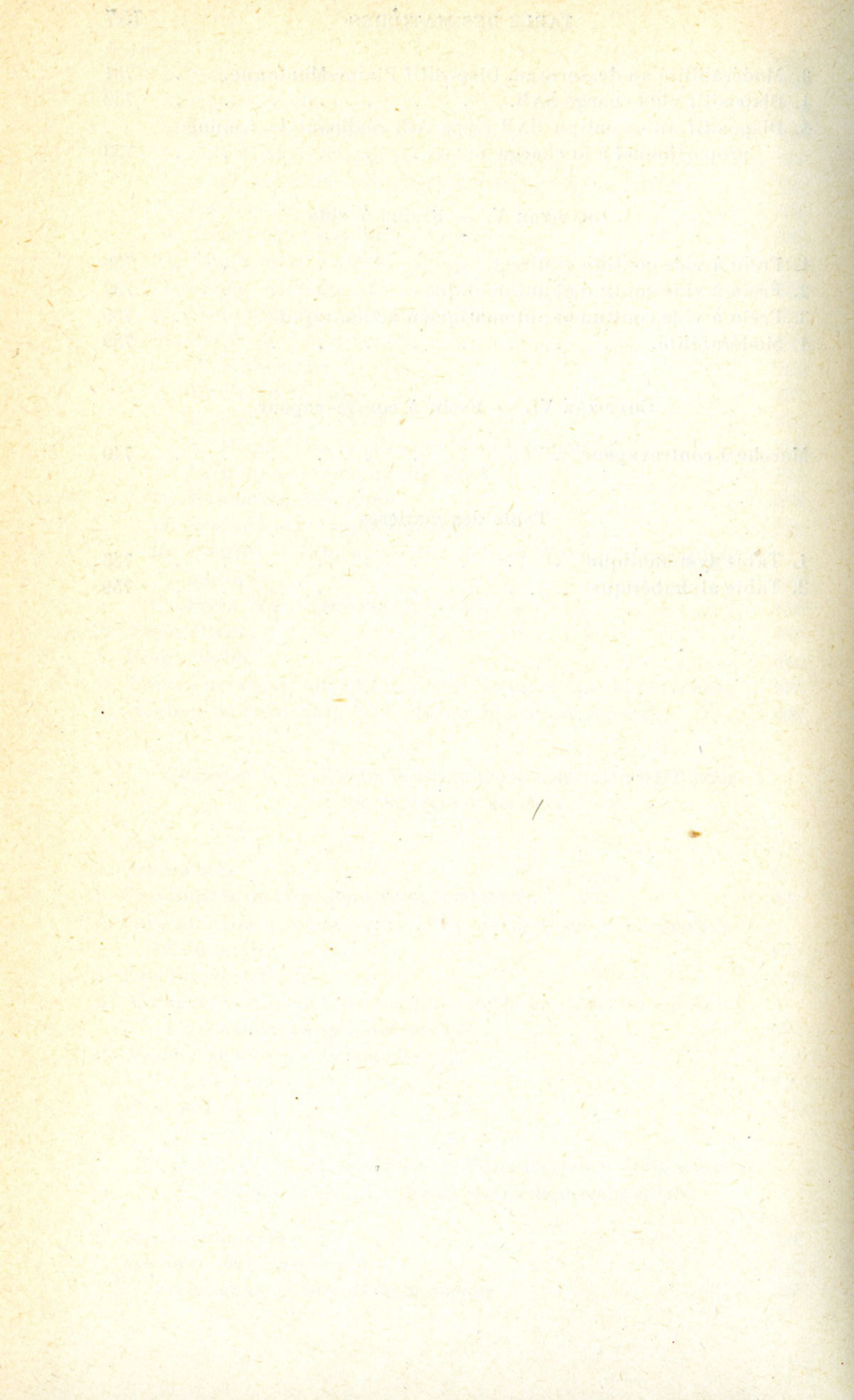
#### CHAPITRE VI. — Frein à contre-vapeur

Marche à contrevapeur . . . . .	740
---------------------------------	-----

#### Table des matières

1. Table systématique . . . . .	743
2. Table alphabétique . . . . .	759

---





## TABLE ALPHABÉTIQUE

	Pages		Pages
<b>A</b>			
Abri pour le personnel . . . . .	616	Appareils de changement de marche des machines com- pound . . . . .	367
Accélérateur électropneumatique	678	Appareils de changement de marche Flamme-Rongy . . . . .	366
Accessoires de la chaudière . . . . .	202	Appareils de changement de marche Rongy . . . . .	358, 361
Accessoires de la locomotive . . . . .	611	Appareils de graissage . . . . .	453
Accouplement des essieux . . . . .	69	Appareils de sûreté . . . . .	189
Accouplement entre machine et tender . . . . .	595	Appareils indicateurs de niveau	196
A.C.F.I. . . . .	127, 128, 471	Appareils répéteurs de signaux	605
Action ordinaire (triple valve à —)	656	Appliques des boîtes à huile . . . . .	539
Action rapide (triple valve à —) . . . . .	663	» de frottement . . . . .	544
Adams (compensateur —) . . . . .	316	Arbre de relevage . . . . .	227
Adhérence . . . . .	68	Articulées (locomotives) . . . . .	15
» (huiles) . . . . .	437	Asphalte . . . . .	436
Agrafes (chaudières) . . . . .	32	Atlantic (locomotive) . . . . .	13, 16
Ailettes (tube à —) . . . . .	89	Atmosphère . . . . .	65
Allan ( tiroir —) . . . . .	312	Atomiseurs . . . . .	293
Allemande (notation —) . . . . .	15	» Olva . . . . .	476
Alsacienne (attache de la société —) . . . . .	535	Attache de la Société alsacienne	535
Américaine (notation —) . . . . .	13	Attache des bandages (modes d'—) . . . . .	535
Amiante (matelas d'—) . . . . .	207	Attache du Calédonian . . . . .	536
Amorçage d'un injecteur . . . . .	103	Attache du London-Chatham . . . . .	536
Angle d'avance . . . . .	216	Attache du Verein . . . . .	536
Angles d'avance inégaux . . . . .	236	Attelage allemand . . . . .	600
Anti-enrayeur . . . . .	679	» continu . . . . .	600
Aperçu historique . . . . .	1	» Ledeborg . . . . .	600
Appareils avertisseurs . . . . .	645	Autoclave (bouchon de lavage —)	205
Appareils d'alimentation . . . . .	100	Auto-équilibrage des essieux coudés . . . . .	421
Appareils d'attelage et de choc . . . . .	595	Automaticité du frein . . . . .	644, 737
Appareils de changement de marche . . . . .	355	Automatique (frein —) . . . . .	638
Appareils de changement de marche à main . . . . .	355	Avance à l'admission (but de l'—) . . . . .	222-223
Appareils de changement de marche à vapeur . . . . .	358	Avance à l'échappement . . . . .	219
Appareils de changement de marche à vis . . . . .	356	» angulaire . . . . .	216
Appareils de changement de marche Belpaire . . . . .	356	» (levier d'—) . . . . .	242
		Avance linéaire à l'admission	217, 223
		Avantages des bogies . . . . .	572

	Pages		Pages
<b>B</b>			
Bague d'arrêt . . . . .	190	Boîte à huile de tenders . . . . .	619
Bague de fond de boîte à bourrage . . . . .	381	» à rouleaux . . . . .	560
Bague de tube de fumée . . . . .	85	» à vapeur (cylindres) . . . . .	209, 307
» presse-bourrage . . . . .	381	» centrale d'essieu coudé . . . . .	548
Balance (soupape à —) . . . . .	190	» radiale . . . . .	560
Balancier de renvoi . . . . .	328	» Raymond . . . . .	548
Balanciers (emploi des —) . . . . .	516	Boîtes spéciales . . . . .	548
Baltic (locomotive —) . . . . .	16	Bonnefond (distribution —) . . . . .	331
Bandages . . . . .	530	Booster. . . . .	304
Baromètre . . . . .	63	Bouchon de lavage . . . . .	203
Barreaux de grille . . . . .	46	» fusible . . . . .	201
Barre d'attelage . . . . .	597	Bouilleur (tube —) . . . . .	45
Barre de sûreté (attelage) . . . . .	597	Bourdon (manomètre —) . . . . .	195
Barre d'excentrique . . . . .	210, 413	Bourrage Crescent . . . . .	386
Barres croisées (coulisse de Stephenson à —) . . . . .	234	» flottant . . . . .	388
Barres ouvertes (coulisse de Stephenson à —) . . . . .	234	» Schmidt . . . . .	384
Barres ouvertes ou croisées (influence des — sur l'avance à l'admission) . . . . .	235	Bouteille d'indicateur. . . . .	197
Barrettes du tiroir . . . . .	210	Brides de renfort. . . . .	32
Belge (le —) . . . . .	7-9-10	Built up (essieu coudé —) . . . . .	528
Belge (locomotive le —) . . . . .	7	By-pass . . . . .	293
Belpaire (appareil de changement de marche —) . . . . .	356	<b>C</b>	
Belpaire (foyer) . . . . .	39	Cadre du foyer . . . . .	46
Belpaire (ressort —) . . . . .	512	Caille et Pottonié (réchauffeurs —) . . . . .	117, 118, 127, 128
Berceau cylindrique (foyer en —) . . . . .	43	Calage de l'excentrique . . . . .	213, 215, 224, 228
Biche (pied de —) . . . . .	9	Calage des roues . . . . .	530
Bielle d'accouplement. . . . .	407	» » » (freins). . . . .	635
Bielle motrice . . . . .	210, 397	Calcul de l'épaisseur de la tôle du corps cylindrique . . . . .	75
Biellettes inclinées . . . . .	580	Calédonian (attache —) . . . . .	536
Biellettes parallèles . . . . .	577	Cambouis . . . . .	289
Biellettes triangulaires . . . . .	582	Capillarité (graissage) . . . . .	433
Bissel . . . . .	555	Caprotti (distribution —) . . . . .	337
Bogie . . . . .	561	Capuchon de cheminée . . . . .	98
Bogie moto-porteur . . . . .	569	Carbonate de chaux . . . . .	143
Boîte à bourrage. . . . .	380	Carbonate de soude . . . . .	147
Boîte à bourrage des locomotives à surchauffe . . . . .	377, 383	Cendrier . . . . .	52
Boîte à feu . . . . .	20	Centre de roue . . . . .	529
» à fumée . . . . .	92	Cercles élastiques de pistons . . . . .	370
» à huile de locomotives . . . . .	537	Chambre de combustion . . . . .	56
		Changement de la marche . . . . .	224
		Changement de marche (appareils de —) . . . . .	355
		Chapelle de distribution . . . . .	209, 307

	Pages		Pages
Chapelon . . . . .	481	Conduite générale du frein	
Chapiteau (cheminée). . . . .	99	Westinghouse . . . . .	636
Charge (répartition de la — entre		Conduit d'équilibre . . . . .	293
les essieux) . . . . .	517 à 522	Cône de mélange. . . . .	101
Chargeurs mécaniques . . . . .	53	Considérations théoriques sur les	
Chasse-pierres . . . . .	617	dispositifs de rappel . . . . .	575
Châssis (le — de la locomotive . . . . .	500	Consolidation des parois du foyer . . . . .	26
» du tender . . . . .	619	Consolidation du ciel du foyer . . . . .	37
» en barres . . . . .	504	Consolidation (locomotive —) . . . . .	16
» monobloc . . . . .	505	Continu (attelage —) . . . . .	600
Chataignier (extrait de —). . . . .	147	» (frein —) . . . . .	625, 642
Chaudière . . . . .	17	Continuité du frein . . . . .	633, 642
Chaudière tubulaire . . . . .	17	Contre-manivelles rapportées . . . . .	417
Chaudière tubulaire de Seguin . . . . .	4	Contrepoids . . . . .	259, 419
Chauffage à l'huile lourde . . . . .	57	Contrepression . . . . .	483
Chauffage de l'eau d'alimenta-		Contretiges . . . . .	378
tion . . . . .	115	Convection (transmission de la	
Chemin parcouru . . . . .	246	chaleur par —). . . . .	61
Cheminée . . . . .	97	Corps cylindrique . . . . .	70
Cheval-vapeur . . . . .	248	Corps de la bielle . . . . .	397
Choix de l'huile de graissage . . . . .	426	Coulisse . . . . .	225
Ciel du foyer . . . . .	20, 37	Coulisseau . . . . .	225
Circulation de la locomotive en		Coulisse de Stephenson . . . . .	9, 233, 347
courbe . . . . .	550, 573	Coulisse de Stephenson à barres	
Clapet à charnière . . . . .	107, 110	croisées . . . . .	234
Clapet de retenue de graisseur . . . . .	472	Coulisse de Stephenson à barres	
Coale (soupape —) . . . . .	192	droites . . . . .	234
Coefficient d'adhérence . . . . .	68	Coulisse de Stephenson (suspen-	
» de dilatation linéaire. . . . .	81	sion de la —) . . . . .	238
» de frottement . . . . .	66, 428	Coulisse Walschaerts. . . . .	9, 240, 351
Coin d'huile. . . . .	446	Courbe (circulation de la loco-	
Coins de rappel des boîtes à huile . . . . .	546	motive en —) . . . . .	550
Col de cygne . . . . .	264	Coussinets de bielle . . . . .	400
Collecteur (du surchauffeur) . . . . .	172	Coussinets de boîte à huile . . . . .	540
Collier d'excentrique . . . . .	412	Couvercles de cylindre . . . . .	283
» de ressort. . . . .	510	Couvre-roues . . . . .	617
Colmatage . . . . .	289	Crampton (tuyau —) . . . . .	265
Colonne d'échappement . . . . .	484	Crescent (bourrage —) . . . . .	386
Colza (huile de —) . . . . .	444	Creux du tiroir . . . . .	210.
Commande du modérateur. . . . .	266, 278	Crosse de piston . . . . .	390
Compensateur Adams. . . . .	316	Cugnot (fardier à vapeur de —). . . . .	1
» Richardson . . . . .	314	Cylindre . . . . .	208, 283
» (tiroir à —). . . . .	314	Cylindre de frein. . . . .	637
Compound (locomotives —) . . . . .	256, 493	Cylindrines filtrées (huiles —) . . . . .	438
Compression . . . . .	219	Cylindrines (huiles —) . . . . .	438, 441, 442
Compression (but de la —). . . . .	223		

	Pages		Pages
<b>D</b>			
Débit d'un injecteur . . . . .	110, 139, 140	Disposition générale de la locomotive . . . . .	12
Débordant (foyer —) . . . . .	24, 55	Dispositions caractéristiques de l'appareil moteur . . . . .	255
Débourage . . . . .	147	Distributeur Nicolaï . . . . .	301
Débourbeur Gestra . . . . .	151	Distributeur (sablière) . . . . .	613
Débourbeurs . . . . .	149	Distributeurs (de vapeur) . . . . .	310
Décapage des cônes d'injecteurs . . . . .	113	Distributeurs spéciaux (vapeur). . . . .	330
Décapod (locomotive —) . . . . .	16	Distribution Bonnefond . . . . .	331
Décharge égalisatrice (robinet <del>de</del> du mécanicien à —). . . . .	650	Distribution de Stephenson 232, 347	
Découvrement intérieur du tiroir . . . . .	220	Distribution Durand-Lencachez . . . . .	331
Défecteur du foyer . . . . .	34, 184	Distribution Lentz . . . . .	331
de Glehn (locomotive compound —) . . . . .	258	» par pistons-valves . . . . .	336
Degré hydrotimétrique . . . . .	145	» par soupapes . . . . .	331
Démarrage des locomotives compound . . . . .	492	» par soupapes Caprotti . . . . .	337
Déplacement transversal des essieux. . . . .	554	Distribution (phases de la —) . . . . .	220
Dépression (dans la boîte à fumée . . . . .	478, 483	Distribution Stephenson avec le levier de changement de marche au centre . . . . .	239
Dépression (freinage) . . . . .	641	Distribution Walschaerts . 240, 351	
Descente des longues pentes . . . . .	678	» Walschaerts avec le levier au centre . . . . .	245
Désignation abrégée des types de locomotives. . . . .	13	Distributions elliptiques . . . . .	231
Désincrustants . . . . .	146	» (réglage des —) . . . . .	345
Détecteur de fuite . . . . .	679	Divergent . . . . .	101
Détendeur . . . . .	153	Dôme . . . . .	89
Détente (but de la —) . . . . .	214, 222	Double cheminée. . . . .	492
» fixe . . . . .	214	Double traction (disposition du frein Westinghouse en —) . . . . .	675
» variable . . . . .	214	Double valve d'arrêt . . . . .	687
Détroit (graisseur —) . . . . .	463	Dudgeon . . . . .	87
Dewrance (indicateur —) . . . . .	198	Duplex (chargeur mécanique —) . . . . .	53
Diagramme . . . . .	248	Durand-Lencachez (distribution —) . . . . .	331
Diaphragme de sûreté . . . . .	286	Durée des phases de la distribution avec la position du levier de changement de marche (variation de la —) . . . . .	228
Dilatation de la chaudière . . . . .	506	<b>E</b>	
Dilatation du ciel du foyer . . . . .	41	Eaux d'alimentation . . . . .	143
Dilatation du faisceau tubulaire. . . . .	80	Echappement (l'—) . . . . .	218, 477, 491
Dilatation linéaire (coefficient de —) . . . . .	81	Echappement à cône mobile . . . . .	485
Dispositif à rappel constant de Woodard). . . . .	583	» anticipé. . . . .	218
Dispositif de rappel des bissels et des bogies . . . . .	575	Echappement anticipé (but de l'—) . . . . .	222
Dispositif de rappel des essieux à déplacement transversal . . . . .	555		

	Pages		Pages
Echappement des locomotives		Excentrique. . . . .	210, 412
compound. . . . .	493	Excentrique fictif . . . . .	228
Echappement fixe . . . . .	481, 484	Extracteur Okadee . . . . .	153
Echappement proprement dit . . . . .	218	Extracteurs . . . . .	149
»  variable . . . . .	484		
Echappements modernes . . . . .	487	<b>F</b>	
Eclair (l'—) . . . . .	7	Faisceau tubulaire . . . . .	79
Eclair (point —) . . . . .	438, 442	Faisceau tubulaire (dilatation	
Ecrans parafumée . . . . .	207	du —) . . . . .	80
Elément de surchauffeur . . . . .	159, 167	Fardier à vapeur de Cugnot . . . . .	1
Eléphant (l'—) . . . . .	7, 9	Fermes du ciel du foyer . . . . .	37
Elvin (chargeur mécanique —) . . . . .	54	Film d'huile. . . . .	431
Embattage . . . . .	534	Fixation de la chaudière . . . . .	506
Empattement . . . . .	551, 574	Flamme (protecteur —) . . . . .	199
Entretoises à tête articulée. . . . .	29, 31	Flamme-Rongy (appareil de	
»  du châssis . . . . .	501, 503	changement de marche —) . . . . .	366
»  du foyer . . . . .	23, 26	Flamme (surchauffeur —) . . . . .	157
Entretoises en bronze manga-		Flammèches (grille à —) . . . . .	96
nésé . . . . .	30	Flèche (la —) . . . . .	7
Entretoises rigides . . . . .	26, 29	Flèche d'un ressort . . . . .	512
Enveloppe isolante . . . . .	207	Flexibilité par tonne (ressort) . . . . .	512
Épinglette (graisseur à —). . . . .	456	Flottant (bourrage —). . . . .	388
Épurateurs d'eau. . . . .	144	Force . . . . .	246
Épuration des eaux d'alimenta-		Forme des foyers. . . . .	24
tion . . . . .	144	Fournier (pyromètre —) . . . . .	176
Équilibrage des masses à mou-		Foyer . . . . .	20
vement alternatif . . . . .	422	Foyer Belpaire . . . . .	39
Équilibrage des masses mobiles	419	»  (cadre du —) . . . . .	46
Équilibrage des masses tour-		»  (ciel du —). . . . .	20
nantes . . . . .	419	»  débordant . . . . .	25
Équilibre (conduit d'—) . . . . .	293	»  (description du —) . . . . .	20
Espace mort ou nuisible . . . . .	211	»  droit . . . . .	24
Essieu radial . . . . .	555	»  intérieur . . . . .	17
Essieux . . . . .	523	»  mi-profond. . . . .	25
»  coudés . . . . .	524	Foyer (placement et enlèvement	
»  coudés « built-up » . . . . .	528	du —) . . . . .	44
»  coudés Frémont . . . . .	527	Foyer plat . . . . .	25
»  coudés polybloc . . . . .	528	»  profond . . . . .	25
»  coudés Worsdell . . . . .	527	»  rentrant . . . . .	24
»  moteurs . . . . .	523	Foyers en acier . . . . .	22
»  porteurs. . . . .	523	»  en cuivre . . . . .	20
Étincelles (pare —) . . . . .	96	Frein à contre-vapeur. . . . .	740
Etoquiau . . . . .	510	Freinage automatique . . . . .	610, 638, 641
Étouffoir . . . . .	160	Freinage de la tare et de la	
Events . . . . .	126	charge . . . . .	729
Excentricité. . . . .	210	Freinage de la tare seule . . . . .	729

	Pages		Pages
Frein à vide . . . . .	736	Giffard (injecteur —) . . . . .	100
» à vide automatique à ac- tion rapide . . . . .	737	Glace du tiroir . . . . .	209
Frein à vide continu et automa- tique . . . . .	737	Godet graisseur . . . . .	453
Frein à vide continu et direct . . . . .	736	Goldwé (locomotive —) . . . . .	15
» à vis du tender . . . . .	621, 635	Graduation (soupape de —) . . . . .	660
» continu automatique des trains de marchandises . . . . .	729	Graissage . . . . .	426, 447, 452
Frein direct . . . . .	680	Graissage des mentonnets des roues et des bourrelets des rails . . . . .	587
» double . . . . .	683	Graisses consistantes . . . . .	443
» électropneumatique . . . . .	678	Graisseur à boule . . . . .	458
» monobloc en tôle soudée . . . . .	671	» à condensation . . . . .	293, 458
Freins . . . . .	633	» à épinglette . . . . .	456
Frein Westinghouse automati- que . . . . .	637	» à mèches . . . . .	454
Frein Westinghouse autovaria- ble . . . . .	679	» à pointeau . . . . .	455
Frein Westinghouse 6 ET . . . . .	691	» Buclon (roues) . . . . .	588
Frémont (essieu coudé —) . . . . .	527	» Détroit . . . . .	463
Friedmann (injecteur —) . . . . .	104	» du mécanisme . . . . .	453
Frottement . . . . .	66	» mécanique . . . . .	466
Frottement (coefficient de —) . . . . .	66	» Nathan . . . . .	460, 468
» de glissement . . . . .	66	» « P et M » (rails) . . . . .	590
» demi-sec . . . . .	427	» Roscoë . . . . .	459
» de roulement . . . . .	67	» Zeyen . . . . .	466
» fluide . . . . .	428	Graisseurs . . . . .	453
» hydrodynamique . . . . .	427	Gresham (injecteur —) . . . . .	104
» (loi du —) . . . . .	427	Gresham (sablière à air compri- mé —) . . . . .	613
» onctueux . . . . .	427	Gresham (sablière à vapeur —) . . . . .	612
» sec . . . . .	427	Griffith (voiture à vapeur de —) . . . . .	1
Fuel oil . . . . .	57	Grille . . . . .	20
Fuite (rainure de —) . . . . .	674	Grille à flammèches . . . . .	96
Fumivore Pyram. . . . .	186	» à secousses . . . . .	47
Fumivores . . . . .	183	» du foyer . . . . .	46
Fusée (locomotive la —) . . . . .	5	» Hulson . . . . .	50
<b>G</b>			
Garniture des boîtes à bourrage . . . . .	382	Guides de boîtes à huile de la locomotive . . . . .	545
» en labyrinthe . . . . .	380	Guides de boîtes à huile du tender . . . . .	619
Garniture isolante de la chau- dière . . . . .	207	Guides de crosses de piston . . . . .	390, 395
Garratt (locomotive —) . . . . .	15	Gurney (voiture à vapeur de —) . . . . .	1
Généralités sur le moteur dans la locomotive . . . . .	208	Gypse . . . . .	143
<b>H</b>			
		Hancock (voiture à vapeur de —) . . . . .	2
		Hectopièze . . . . .	65
		Hedley (locomotive de —) . . . . .	2

	Pages		Pages
Huile de colza . . . . .	444	<b>K</b>	
» de graissage pour locomotives . . . . .	435	Kilogrammètre . . . . .	246
Huile de lard . . . . .	445	Kylälä (échappement —) . . . . .	488
» de navette . . . . .	444	Kylchap (échappement —) . . . . .	489
» de pied de bœuf. . . . .	445	<b>L</b>	
» lourde (chauffage à l'—) . . . . .	57	Labyrinthe (garniture en —) . . . . .	380
» minérale . . . . .	435, 436	Lacet (mouvement de —) . . . . .	423, 424
» spéciale pour la surchauffe . . . . .	440	Lames d'eau . . . . .	46
Huiles animales . . . . .	445	Langer (fumivore —) . . . . .	186
» cylindriques . . . . .	438	Lavage des chaudières . . . . .	144, 145
» cylindriques filtrées . . . . .	439	Ledeberg (attelage —) . . . . .	600
Hulson (grille —) . . . . .	50	Legein . . . . .	492
Hydrotimétrique (degré —) . . . . .	145	Lentz (distribution —) . . . . .	331
<b>I</b>		Levier d'avance . . . . .	242
Incrustations . . . . .	143	Levier de changement de marche . . . . .	227, 355
Indicateur à bouteille. . . . .	197	Liaison du châssis de la chaudière. . . . .	506
» de niveau . . . . .	196	Ligne atmosphérique . . . . .	251
» Richard . . . . .	248	Locomotion (la —) . . . . .	4
» système Dewrance . . . . .	198	Locomotives à quatre cylindres égaux . . . . .	260
Inflammabilité (point d'—). . . . .	438, 442	Locomotives articulées . . . . .	15
Influence des barres ouvertes et des barres croisées sur l'avance à l'admission . . . . .	235	Locomotives à simple expansion . . . . .	255
Injecteur à eau chaude Davies et Metcalfe . . . . .	110	» Atlantic . . . . .	16
Injecteur aspirant . . . . .	103	Locomotives à trois cylindres égaux simple expansion . . . . .	262, 329
» aspirant allemand . . . . .	109	» Baltic . . . . .	16
» aspirant Nathan type R . . . . .	108	» compound . . . . .	256, 258 314, 365, 493, 494
» à vapeur d'échappement système Metcalfe . . . . .	130	Locomotives compound à deux cylindres . . . . .	256
Injecteur Friedmann . . . . .	104	Locomotives compound et à surchauffe . . . . .	257
» Giffard . . . . .	100	Locomotives compound Mallet . . . . .	261
» Gresham . . . . .	104	Locomotives compound système de Glehn . . . . .	258
» monté en charge . . . . .	103	Locomotives Consolidation. . . . .	16
» (qualités d'un bon —) . . . . .	112	» Decapod . . . . .	16
» (ratés d'—) . . . . .	113	» Garratt . . . . .	15
» restarting . . . . .	105	» Goldwé . . . . .	15
» restarting Davies et Metcalfe . . . . .	107	» Mallet . . . . .	15, 16, 261
Injecteur Rongy . . . . .	104	» Mikado . . . . .	16
Injecteurs . . . . .	100	» Mogul . . . . .	16
<b>J</b>		» Pacific . . . . .	16, 19
Jette-feu . . . . .	49		

	Pages		Pages
Locomotives Prairie . . . . .	16	Mesure de la dépression dans la	
» routières. . . . .	1	boîte à fumée . . . . .	480
» Santa-Fé. . . . .	16	Métal antifriction . . . . .	400
Locomotives-tenders . . . . .	623	Métal blanc. . . . .	400, 543
Locomotives Ten Wheel . . . . .	16	Metcalfe (injecteur à vapeur d'é-	
» Woolf . . . . .	493	chappement —) . . . . .	130, 135
Lois du frottement . . . . .	427	Mikado (locomotive —) . . . . .	16
London-Chatham (attache —) . . . . .	536	Modérable (frein —) . . . . .	634
Longeron central . . . . .	505, 529	Modérateur . . . . .	264
Longerons . . . . .	501, 504	Modérateur à soupape . . . . .	271
Lubrifiant (choix de —) . . . . .	426	» à soupapes multiples . . . . .	273
Lubrifiants . . . . .	434	» à tiroir . . . . .	264, 267
Lubrification . . . . .	426	» Schmidt et Wagner. . . . .	275
Lumière d'admission . . . . .	209	» Walschaerts . . . . .	268
Lumière de décharge et d'échap-		Mogul (locomotive —). . . . .	16
pement . . . . .	209	Monobloc (châssis —). . . . .	505
		Montage des tubes à fumée . . . . .	83 à 87
<b>M</b>		Moteur. . . . .	209
Machine à vapeur à détente . . . . .	214	Mouvement de lacet . . . . .	423, 424
Machine à vapeur à pleine pres-		Mouvement de recul . . . . .	422, 424
sion . . . . .	211	Moyeu saillant . . . . .	530
Machine à vapeur ordinaire (dé-		<b>N</b>	
finitions) . . . . .	209	Nathan (graisseur —). . . . .	460
Machine proprement dite . . . . .	210	Nature des parois du foyer. . . . .	20
Mallet (locomotives compound		Niveau (indicateur de —) . . . . .	196
—) . . . . .	15, 16, 261	Notation allemande . . . . .	15
Mandraineur à galets . . . . .	87	Notation américaine . . . . .	13
Manivelle . . . . .	210, 415	Notions de mécanique . . . . .	208
» d'accouplement . . . . .	415	Novelty (la locomotive —) . . . . .	5
» motrice . . . . .	416	<b>O</b>	
Manœuvre du frein Westing-		Obliquité de la barre d'excentri-	
house . . . . .	676	que . . . . .	210
Manomètre . . . . .	64, 194	Obliquité de la bielle motrice . . . . .	210
Manomètre à plaque Schaeffer		Obturateur d'échappement dans	
et Budenberg . . . . .	195	les locomotives compound . . . . .	498
Manomètre à tube Bourdon . . . . .	195	Organes du surchauffeur . . . . .	165
Marche à modérateur fermé . . . . .	288, 441	Ovalisation du cylindre . . . . .	378
Marcotty (fumivore —) . . . . .	186	<b>P</b>	
Mazout. . . . .	57	Pacific (locomotive —) . . . . .	10, 16
Mécanique (rappel de notions		Packing . . . . .	544
de —) . . . . .	208	Paraflamme. . . . .	35
Mécanisme de l'échappement . . . . .	477	Parafumées (écran —) . . . . .	207
Mécanisme du graissage . . . . .	446	Pare-étincelles . . . . .	96
Menottes de rappel . . . . .	556, 575		
Mentonnet (bandage) . . . . .	531		



	Pages		Pages
Paroi avant du foyer . . . . .	31	Prise de vapeur des locomotives	
Parois (consolidation des —) . . . . .	26	compound . . . . .	494
Parois du foyer . . . . .	20	Profond (foyer —) . . . . .	25
Pentes (descente des longues —) . . . . .	678	Protecteur Flamme . . . . .	199
Pétrole brut. . . . .	434	Puffing Billy (locomotive —) . . . . .	2
Petticoats . . . . .	487	Puissance . . . . .	247, 252
Phases de la distribution . . . . .	221	Puissance indiquée . . . . .	254
Pied de biche . . . . .	9	Purgeur de cylindre . . . . .	288
Piston distributeur . . . . .	317	Purge (valve de —) . . . . .	672
Piston moteur . . . . .	209, 370	Pyromètres . . . . .	175
Piston moteur des machines à			
surchauffe . . . . .	377	<b>Q</b>	
Piston suédois . . . . .	370	Qualités d'un bon injecteur . . . . .	112
» (tiges de —) . . . . .	377	Qualités techniques requises	
» valve . . . . .	336	d'un lubrifiant. . . . .	432
Placement du foyer . . . . .	44	<b>R</b>	
Plaine-montagne (dispositif —). . . . .	731	Raboutis (tubes —) . . . . .	87
Plans inclinés des boîtes . . . . .	554	Raccordement du corps cylin-	
Plaque de frottement . . . . .	545	drique à la boîte à feu . . . . .	77
Poche du tiroir . . . . .	210	Raccordement du corps cylin-	
Point d'inflammabilité . . . . .	438, 442	drique à la boîte à fumée . . . . .	78
Point éclair . . . . .	438, 442	Radial (essieu —) . . . . .	555
Pointeau (graisseur à —) . . . . .	455	Radiale (boîte —) . . . . .	560
Pompe à air. . . . .	637	Rainure d'alimentation . . . . .	640
Pompes d'alimentation . . . . .	100	» de fuite . . . . .	674
Porte de boîte à fumée . . . . .	94	» de graissage . . . . .	450, 542
» de foyer . . . . .	20, 32	Ramoneurs pour tubes . . . . .	614
» de foyer basculante . . . . .	33	Rampe de soufflage de boîte à	
» de foyer Franklin . . . . .	35	fumée . . . . .	96
Pose des tubes à fumée . . . . .	83 à 87	Rappel des bogies . . . . .	575
Position du levier de change-		Rappel des essieux à déplace-	
ment de marche pendant les		ment transversal . . . . .	554
arrêts . . . . .	239	Rappel du bissel. . . . .	575
Position moyenne du tiroir. . . . .	210, 216	» du jeu des bielles mo-	
Position relative du foyer et des		trices . . . . .	402
essieux . . . . .	54	Rapide (la —) . . . . .	7
Poulie d'excentrique . . . . .	412	Ratés d'injecteurs . . . . .	113
Prairie (locomotive —) . . . . .	16	Raymond (boîtes —) . . . . .	548
Presse-bourrage . . . . .	381	Rayonnement (chaleur) . . . . .	61
Presse-garniture . . . . .	381	Receiver des locomotives com-	
Pression absolue. . . . .	64	pound . . . . .	493
» atmosphérique . . . . .	63	Réchauffage de l'eau d'alimen-	
» effective . . . . .	64	tation . . . . .	115
» moyenne . . . . .	252	Réchauffeur A.C.F.I. . . . .	127, 128
Prise d'eau en marche . . . . .	621		
Prise de vapeur . . . . .	264		

	Pages		Pages
Réchauffeur d'eau d'alimenta- tion système Caille et Potto- nié . . . . .	117, 118, 127	Robinet de vidange . . . . .	206
Réchauffeur par mélange . . . . .	120	» du frein direct . . . . .	682
Réchauffeur par surface . . . . .	117	Robinet du mécanicien, à dé- charge égalisatrice . . . . .	650
Réchauffeurs Worthington . . . . .	117, 120, 123	Robinet du mécanicien H-7 . . . . .	656
Recouvrement extérieur du tiroir	215	Robinet du mécanicien ordinaire	647
Recouvrement intérieur du tiroir . . . . .	219, 220	Robinet interrupteur d'indica- teur . . . . .	199
Recul (mouvement de —) . . . . .	422, 424	Robinet purgeur d'indicateur . . . . .	197
Réducteur de course . . . . .	249	Rockett (the —) . . . . .	5
Réglage des distributions . . . . .	345	Rocking-shaft . . . . .	328
Régulateur . . . . .	264	Rongy (appareil de changement de marche —) . . . . .	358
Relevage (arbre de —) . . . . .	227	Rongy (appareil Flamme-Rongy)	366
Remèdes aux ratés d'injecteurs.	113	Rongy (injecteur —) . . . . .	104
Reniflard . . . . .	290	Roscoë (graisseur —) . . . . .	459
Renversement de la marche . . . . .	224	Roues (couvre —) . . . . .	617
Renvoi de mouvement . . . . .	328	» de locomotive . . . . .	529
Répartition de la charge entre les essieux. . . . .	514	» de tender . . . . .	619
Répétiteurs (appareils — de si- gnaux) . . . . .	605	Ruptures d'attelages 595, 644, 737, 738	
Réservoir auxiliaire du frein Westinghouse . . . . .	638	<b>S</b>	
Réservoir de manœuvre . . . . .	651	Sablière à air comprimé système Gresham . . . . .	613
Réservoir intermédiaire des lo- comotives compound . . . . .	493	Sablière à vapeur système Gres- ham . . . . .	612
Réservoir principal du frein Westinghouse . . . . .	638	Sablières . . . . .	611
Ressort . . . . .	509	Sablières primitives . . . . .	612
» à lames étagées . . . . .	509	Sanspareil (locomotive —) . . . . .	5
» Belpaire . . . . .	512	Santa Fé (locomotive —) . . . . .	16
» en hélice . . . . .	509, 513	Schaeffer et Budenberg (mano- mètre —) . . . . .	195
Ressorts (matières constitutives des —) . . . . .	513	Schmidt . . . . .	155, 156, 161, 275, 384
Ressorts (rôle des —) . . . . .	514	Segments élastiques de piston . . . . .	370
Restarting (injecteur —) . . . . .	105, 107	Seguin (chaudière tubulaire de —) . . . . .	4
Richard (indicateur —) . . . . .	248	Selle de raccordement. . . . .	77
Richardson (compensateur —) . . . . .	314	Séparateur d'huile . . . . .	133
Rivure double . . . . .	72	Serve (tube —) . . . . .	89
» simple . . . . .	72	Servo-moteur . . . . .	358
Robinet d'arrêt . . . . .	642	Sifflet . . . . .	202
Robinet d'équilibre . . . . .	293	Signaux d'alarme . . . . .	645
» de jauge . . . . .	197	Silencieux . . . . .	193
» de sûreté (injecteur) . . . . .	101	Sommiers de foyer . . . . .	37
		Soudure à l'arc . . . . .	24
		» autogène . . . . .	24

	Pages	<b>T</b>	Pages
Soudure électrique . . . . .	83		
» (réparations par —) . . . . .	24		
Souffleur. . . . .	92, 181, 202	Table de distribution . . . . .	209
Soupape à balance . . . . .	190	Tablier. . . . .	617
» à charge directe . . . . .	190	Tampon graisseur . . . . .	537, 544
» à double siège . . . . .	272	Tannins . . . . .	147
» à levier et à ressort . . . . .	190	Températures . . . . .	63
» à rôles multiples . . . . .	299	Tender. . . . .	142, 618
» Coale . . . . .	192	Tender (locomotive —) . . . . .	623
» de graduation . . . . .	660	Tête du modérateur . . . . .	264
» de rentrée d'air . . . . .	290	Têtes de bielle . . . . .	397, 399
» de retenue d'injecteur . . . . .	101	Then Wheel (locomotive —) . . . . .	16
» de retenue de graisseur . . . . .	472	Théorie de la lubrification . . . . .	426
» de retenue Olva . . . . .	472	Théorie du tirage forcé . . . . .	481
» de sûreté de chaudière. . . . .	101, 189	Thermosiphons (tubes —) . . . . .	45
Soupape de sûreté du cylindre . . . . .	286	Tige du piston . . . . .	377
» de sûreté du receiver . . . . .	494	Tirage . . . . .	97, 477, 481
» Lentz . . . . .	331	Tirants de foyer . . . . .	40
» pilote . . . . .	274	Tiroir à compensateur . . . . .	314
» Wilson . . . . .	190	Tiroir Adams . . . . .	316
Soupapes . . . . .	188	» Allan. . . . .	312
Sous-boîte . . . . .	539	» cylindrique . . . . .	317
Sous-garde . . . . .	546	» cylindrique à double ad- mission. . . . .	326
Soutes . . . . .	620, 623	Tiroir de la triple valve . . . . .	658
Stephenson (le —) . . . . .	7	» de modérateur . . . . .	267
Stephenson (coulisse de —) . . . . .	9, 232	» plan . . . . .	209, 310
Stephenson (George —) . . . . .	3	» plan à canal . . . . .	311
Stockers . . . . .	53	» plan équilibré . . . . .	314
Suif . . . . .	445	» Richardson . . . . .	314
Sulfate de chaux. . . . .	143	Tôle enveloppe de chaudière . . . . .	207
Supports de la chaudière . . . . .	506	» selle . . . . .	77
Suppression des bourrelets . . . . .	553	» tubulaire . . . . .	20, 31
Surchauffe . . . . .	154, 179	Train-control . . . . .	610
Surchauffeur « Belge » . . . . .	163	Travail mécanique . . . . .	246
» Flamme. . . . .	157	Traverses du châssis . . . . .	502
Surchauffeurs . . . . .	154	Trémie de vidange de boîte à fumée . . . . .	96
» Schmidt 156, 157, 161		Trévitick (locomotive de —) . . . . .	2
Surface de chauffe . . . . .	61	Trick (tiroir —) . . . . .	312
Surlargeur de la voie . . . . .	551	Triple valve. . . . .	637
Suspension articulée de l'avant du foyer . . . . .	40	Triple valve à action ordinaire . . . . .	656
Suspension de la coulisse de Stephenson . . . . .	238	Triple valve à action rapide . . . . .	663
Suspension de la locomotive . . . . .	508	Trop-plein . . . . .	101, 110, 139
» du tender. . . . .	619	Tubes à fumée . . . . .	78
» en trois points . . . . .	521	» bouilleurs. . . . .	45

	Pages		Pages
Tubes raboutis . . . . .	87	Variation de la durée des phases	
» Serve. . . . .	89	de la distribution avec la posi-	
» surchauffeurs . . . . .	159	tion du levier de changement	
Tuyau Crampton. . . . .	265	de marche . . . . .	228
» d'arrosage de boîte à fu-		Véhicule (le —) . . . . .	500
mée . . . . .	94	Verein (attache du —). . . . .	536
Tuyau de livraison . . . . .	264	Vérification de la position du	
Tuyauterie des appareils d'ali-		piston par rapport aux cou-	
mentation. . . . .	140, 142	vercles du cylindre . . . . .	302
Tuyère à jets multiples . . . . .	488	Verrou de porte de boîte à fumée	95
» d'échappement . . . . .	484	Vidange (robinet de —) . . . . .	206
» d'injecteur . . . . .	100	» (trémie de —) . . . . .	96
Types de locomotives (désigna-		Viroles du corps cylindrique . . . . .	70
tion abrégée des —). . . . .	13	» télescopiques . . . . .	70
		Virole tronconique . . . . .	77
<b>U</b>		Viscosité . . . . .	432, 437
Usinage des cercles de piston . . . . .	370	Visière (cheminée) . . . . .	98
		Voûte du foyer . . . . .	44, 184
<b>V</b>			
Valve automatique de trop-		<b>W-X-Y-Z</b>	
plein. . . . .	110, 139	Wagon-top (dispositif —) . . . . .	77
Valve auxiliaire de contrôle . . . . .	138	Walschaerts (coulisse de —) . . . . .	9, 240
Valve de graduation . . . . .	660	» (modérateur —) . . . . .	268
Valve de purge . . . . .	672	Webb (essieu coudé de —). . . . .	528
Vanne de démarrage des loco-		Westinghouse (frein —) . . . . .	637
motives compound . . . . .	494	Wilson (soupape —) . . . . .	190
Vapeur d'échappement . . . . .	116	Woodard (dispositif de rappel	
» saturée . . . . .	64	—) . . . . .	583
» surchauffée . . . . .	154	Woolf (locomotive —). . . . .	493
Vaporisation . . . . .	61	Worsdell (essieu coudé —). . . . .	527
Variation de la détente en mar-		Worthington (réchauffeurs —).	
che . . . . .	214, 224, 228	. . . . .	117, 121, 123, 471
Variation de l'avance à l'admis-			
sion . . . . .	235, 244		