

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes  
**Band:** 17 (1891)  
**Heft:** 5 & 6

**Artikel:** Notes et observations sur les freins pneumatiques continus  
**Autor:** Hug-Mazelet  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-16478>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 12.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## BULLETIN

DE LA SOCIÉTÉ VAUDOISE

## DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

PARAISANT 8 FOIS PAR AN

**Sommaire :** Notes et observations sur les freins pneumatiques continus, par Huc-Mazelet, ingénieur. Planches N<sup>os</sup> 56 à 59. — Ventilation des tunnels alpins en construction, par Ch. Dapples, ingénieur. Planche N<sup>o</sup> 60. (Première partie). — Nécrologie : A. de Salis, par E. Cuénod, ingénieur. Planche N<sup>o</sup> 61. — Bibliographie, par J. Meyer.

## NOTES ET OBSERVATIONS

## SUR LES FREINS PNEUMATIQUES CONTINUS

par HUC-MAZELET, ingénieur.

(Planches N<sup>os</sup> 55 à 59.)

Comme l'indique ce titre, notre objet n'est pas de présenter ici une étude approfondie sur les divers systèmes de freins pneumatiques; mais bien, par une description générale, de mettre nos camarades au courant de ce qui a été fait dans ce domaine ces dernières années. Ceux-ci pourront se faire ainsi une opinion sur les divers freins continus employés actuellement sur nos principaux réseaux.

Ces notes et observations ne concernent que les appareils de MM. Hardy, Carpenter, Wenger, Westinghouse et Westinghouse-Henry; mais depuis leur rédaction un frein à action rapide ayant paru, nous consacrons un chapitre spécial à ce nouvel appareil, d'un grand intérêt, dû à M. Westinghouse.

Afin de ne pas surcharger cette notice de détails superflus, nous nous attacherons au principe purement pneumatique sur lequel repose le fonctionnement de ces freins. Nous renvoyons donc nos lecteurs, qui désirent approfondir les détails de leur construction, aux ouvrages spéciaux qui ont paru sur la matière.

Les appareils pneumatiques que nous allons examiner se divisent en trois classes générales, bien distinctes, comprenant : la première, les freins à vide; la seconde, les freins à air comprimé, et la troisième les freins conjugués. Les deux premières classes se subdivisent à leur tour en deux systèmes appelés l'un direct ou non automatique, l'autre indirect ou automatique, et l'application simultanée de ces deux systèmes donne naissance aux freins de la troisième classe.

Avant de rappeler sommairement quelles sont les qualités requises pour de tels freins, les définitions suivantes trouvent ici leur place. Ainsi, un frein est dit :

*continu*, lorsqu'on peut effectuer, d'un point unique, la commande de tous les freins des véhicules composant le train;

*automatique*, lorsque sans le secours des agents préposés au service, tous les freins peuvent entrer en action lors d'un accident grave survenant en cours de route (déraillement, rupture d'attelage, etc.).

Au point de vue de la sécurité, les conditions imposées aux freins continus se résument comme suit :

- 1<sup>o</sup> Rapidité d'action au serrage et au démarrage,
- 2<sup>o</sup> Arrêt sans secousses,
- 3<sup>o</sup> Maniement facile et journalier,
- 4<sup>o</sup> Secours assuré, tant à l'arrêt qu'au démarrage,
- 5<sup>o</sup> Modérabilité » »
- 6<sup>o</sup> Enfin, dans la généralité des applications, automaticité instantanée.

Quant aux exigences de l'exploitation, on requiert des freins continus d'être d'un entretien facile et peu dispendieux; puis, la possibilité d'accoupler ensemble des voitures de compagnies différentes, mais munies de freins similaires.

Tous les freins pneumatiques sont des freins continus, dans lesquels l'air est l'agent propagateur de la force nécessaire à leur mise en action. A cet effet, quel qu'en soit le système (vide ou air comprimé), il existe toujours sur chaque véhicule un appareil moteur, constituant le frein proprement dit, appelé *cylindre à frein*. Dans ce cylindre se meut un piston qui est actionné au moment du serrage ou par la pression atmosphérique, ou par de l'air comprimé. La tige de ce piston attachée à la timonerie, et par l'intermédiaire de celle-ci, transmet aux sabots des roues l'effort exercé sur le piston. Enfin, une *conduite principale*, régnant sur toute la longueur du train, relie entre eux les cylindres à frein. Cette conduite, fermée en queue du train, aboutit en tête de celui-ci à un *robinet de manœuvre* mis à la portée du mécanicien.

Dans les freins de la première classe (vide) la raréfaction de l'air s'effectue au moyen d'un appareil spécial appelé *éjecteur*. Dans ceux de la seconde l'air comprimé est fourni par un *compresseur automatique* qui l'emmagine et l'entretient en pression dans un *réservoir principal* attaché à la locomotive. L'éjecteur et le compresseur, placés aussi sur cette machine, sont mis en œuvre par la vapeur de celle-ci.

Tels sont, en somme, les organes fondamentaux qui constituent les freins du système direct. Mais, avec les systèmes indirects ou automatiques, d'un jeu complexe, quelques organes complémentaires sont encore à énumérer.

On doit observer que, durant la marche du train, les pistons des freins automatiques demeurent toujours dans leur position normale de repos afin de maintenir les sabots levés. A cet effet,

dans les freins de la première classe (vide) l'équilibre des pressions sur les faces opposées de chaque piston est entretenu par un éjecteur ; dans ceux de la seconde classe, cet équilibre est assuré ou par la pression atmosphérique (Westinghouse), ou par de l'air comprimé (Wenger) tant que le réservoir principal, muni d'un *détendeur* ad hoc, entretient une pression uniforme dans la conduite principale.

D'ailleurs, il existe toujours un *réservoir auxiliaire* judicieusement installé sur chaque véhicule. Or, comme pendant la marche la conduite principale communique automatiquement, au moyen d'une *valve de distribution*, avec ce réservoir, on peut ainsi y accumuler la force motrice qui doit agir, lors du serrage, sur les pistons des cylindres à frein. Enfin, les valves de distribution restent aussi dans leur position relative de repos tant que l'équilibre des pressions n'est pas troublé soit par le mécanicien, soit par une cause accidentelle.

Ces notions générales sommairement exposées, abordons la description des freins pneumatiques employés en pratique. Mais, afin de n'en pas compliquer outre mesure l'étude, nous renvoyons à la fin de cette notice l'examen d'organes particuliers tels que l'éjecteur, le compresseur, le détendeur, les raccords d'accouplement, etc.

Enfin, les dessins schématiques, accompagnant nos descriptions, représentent toujours le frein dans sa position normale, c'est-à-dire de démarrage.

### I. Freins de la première classe ou à vide.

1<sup>o</sup> *Système direct* (non automatique). Nous donnons comme exemple de ce frein l'appareil Hardy, dont une application a été faite en 1884 sur le réseau de l'ancienne compagnie de la Suisse-Occidentale.

La partie caractéristique de ce système est le cylindre à frein, composé d'un vase cylindrique de fonte, fixé verticalement au châssis du wagon (pl. 56, fig. 1). Ce vase est divisé en deux parties par un diaphragme étanche en caoutchouc toilé et renforcé par deux disques métalliques. Au centre de ceux-ci s'adapte la bielle de commande des sabots.

La partie inférieure du cylindre communique avec l'extérieur et la supérieure avec la conduite principale au moyen d'un branchement à angle droit. Des boyaux de caoutchouc assurent de voiture à voiture la continuité de la conduite (page 283, 4).

Un *contrepois* maintient les sabots levés, et le diaphragme au bas du cylindre à frein.

Une soupape de retenue, judicieusement disposée à la base de l'éjecteur, sert d'obturateur mobile entre la conduite principale et l'éjecteur (page 283, 1).

Enfin, sur l'écran de la machine, un manomètre relié à la conduite accuse le degré du vide, par suite l'intensité du serrage.

Pour appliquer les freins, le mécanicien introduit de la vapeur dans l'éjecteur. La vitesse d'écoulement de cette vapeur provoque un violent appel à l'orifice de la conduite principale. L'air appelé ainsi lève la soupape de retenue et produit de proche en proche le vide au-dessus des diaphragmes. Ceux-ci, soulevés par la pression atmosphérique, entraînent dans leur mouvement ascendant les bielles de commande

des freins. Le serrage obtenu l'éjecteur est arrêté ; la soupape de retenue, momentanément levée, retombe sur son siège afin de maintenir le vide nécessaire à l'application des sabots.

Pour desserrer les freins, le mécanicien ouvre le robinet de manœuvre. L'air rentre alors dans la conduite principale partant dans les cylindres à frein, en y rétablissant l'équilibre des pressions ; lequel permet aux contrepois de ramener les freins dans leur position primitive. Le desserrage effectué, le robinet de manœuvre est refermé en vue d'une manœuvre subséquente.

Ce frein est modérable, car on peut régler à volonté l'intensité du serrage par une plus ou moins grande rentrée d'air dans la conduite principale. Mais, en revanche, il présente l'inconvénient de ne pas accuser en cours de route les avaries intempestives qui peuvent y survenir. On atténue en partie ce défaut à l'aide d'un petit éjecteur qui entretient dans les appareils un vide permanent très faible, sans action sur les diaphragmes, mais suffisant pour accuser sur un indicateur ad hoc les fuites de quelque importance. Ce frein d'une rare simplicité se recommande tout particulièrement pour des lignes à faible trafic et surtout pour des tramways à vapeur.

On doit remarquer que dans ce système l'air s'écoule toujours par un seul orifice. Il en résulte que la propagation de l'action effectuée avec lenteur de voiture à voiture, s'oppose à l'application simultanée des freins nécessaires pour prévenir de brusques réactions ou chocs à l'arrêt. On remédie dans une certaine mesure à cet inconvénient au moyen d'une seconde conduite parallèle à la principale. Ces deux conduites semblables, reliées entre elles par un boyau de caoutchouc en queue du train, aboutissent en tête chacune à un éjecteur. Cette disposition fort simple permet de doubler sensiblement la vitesse de propagation et par suite d'augmenter la rapidité du serrage.

2<sup>o</sup> *Système indirect* (automatique). L'appareil Hardy, employé sur le chemin de fer de Viège à Zermatt, nous donne l'exemple d'un tel frein.

Dans ce système, très ingénieux, le cylindre à frein (fig. 2), est enfermé dans le réservoir auxiliaire afin de constituer un tout fermé à sa base par un fond étanche. Cet appareil est suspendu verticalement entre les longerons du wagon ; mais, une légère oscillation, autour de son axe de suspension, permet à la tige du piston de suivre les mouvements de la timonerie, qui d'ailleurs sont facilités par le tuyau de caoutchouc formant branchement sur la conduite principale.

La garniture du piston consiste en un anneau de caoutchouc, à section pleine et circulaire, roulant entre les parois du cylindre et du piston. Des rebords, venus de fonte sur ce dernier, limitent le déplacement de l'anneau. L'étanchéité du joint de la tige du piston est assurée par l'action de la pression atmosphérique sur une rondelle de forme et de composition particulières (caoutchouc-graphite). Deux petits canaux, par l'intermédiaire de la valve de distribution, relient la conduite principale l'un avec le réservoir, l'autre avec la partie inférieure du piston. Dans sa position normale, ce dernier organe est maintenu au bas du cylindre à frein par son propre poids et par celui de la timonerie.

Une valve automatique (fig. 3), dont la soupape n'est autre chose qu'une petite boule de bronze, établit ou intercepte par



Fig. 1.

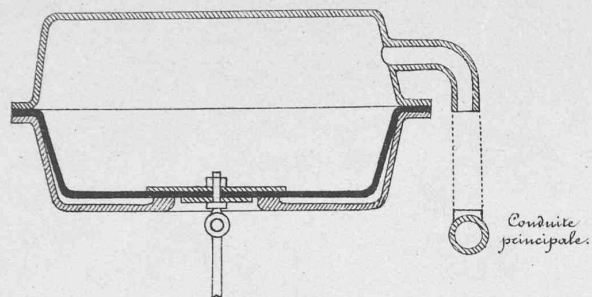


Fig. 2.

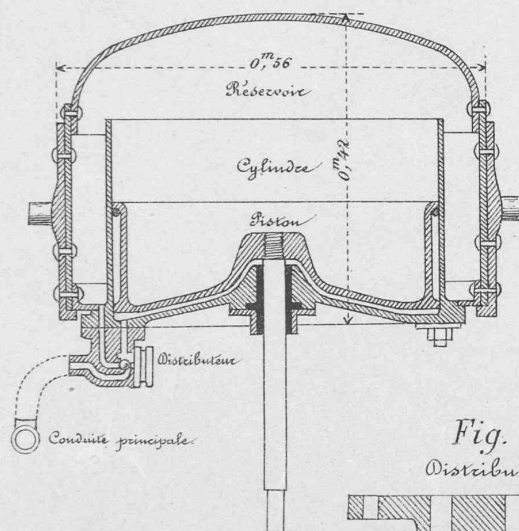


Fig. 3.  
Distributeur

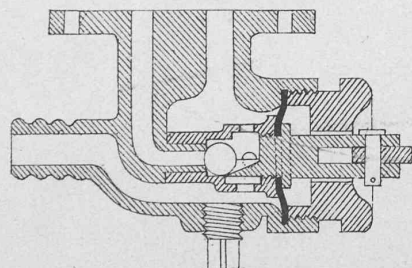


Fig. 4.

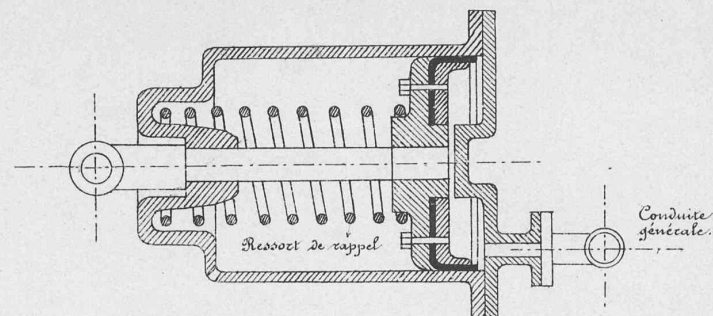
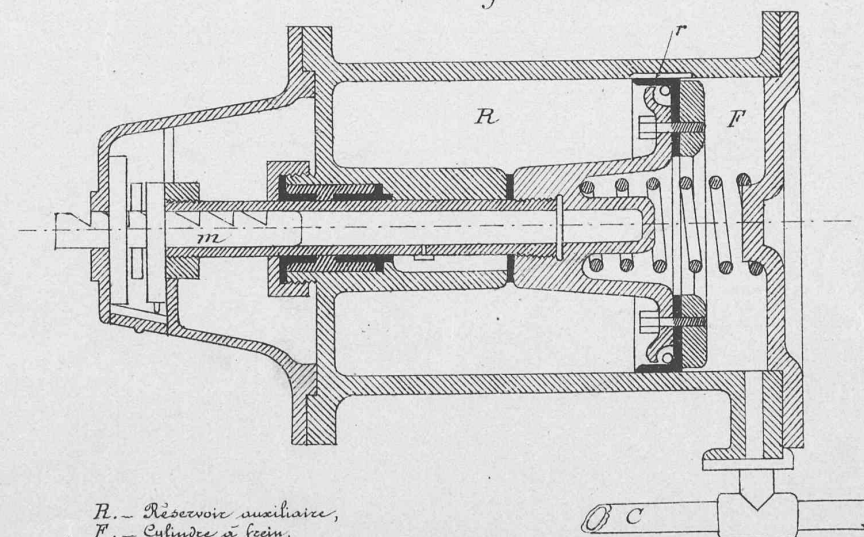


Fig. 5.



- R. — Réservoir auxiliaire,  
F. — Cylindre à fécin,  
C. — Conduite principale,  
m. — Crémaillère destinée à cacheter automatiquement  
les jeux provenant de l'usure des sabots,  
r. — Rainure permettant à l'air de pénétrer dans le  
réservoir R.



Seite / page

leer / vide /  
blank

Fig. 7.

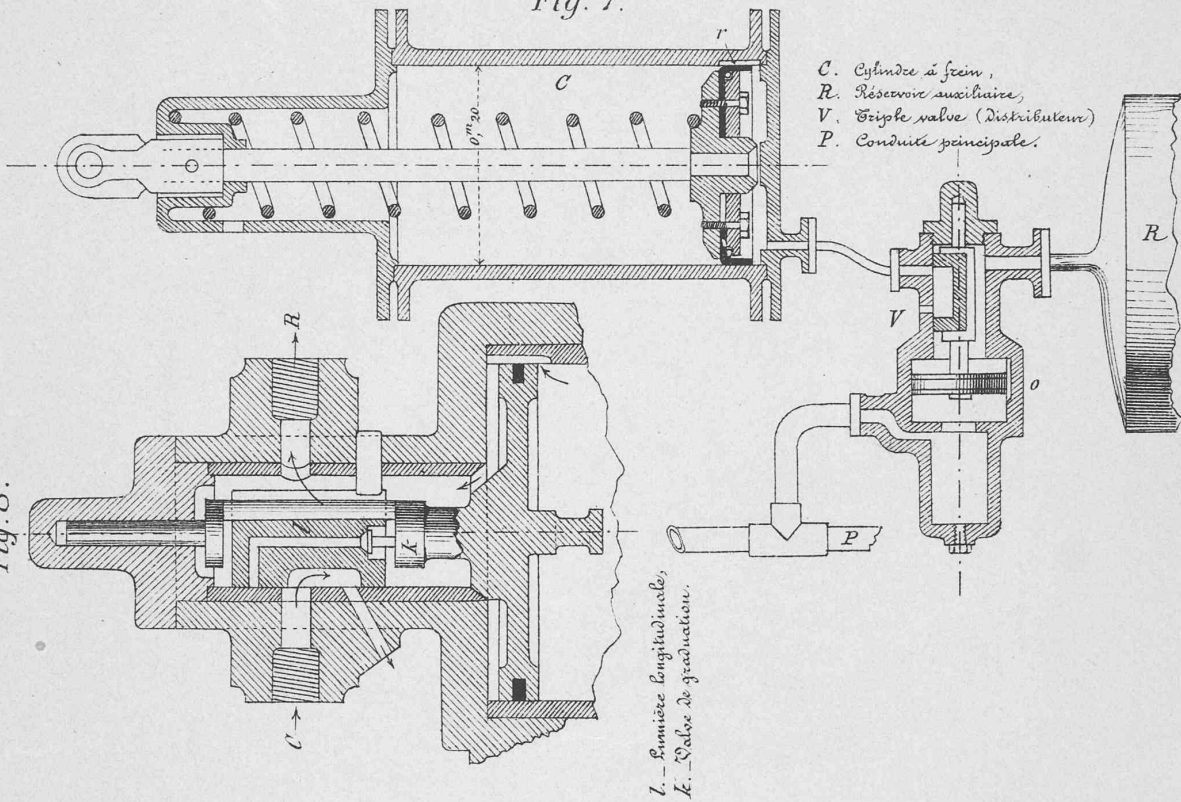


Fig. 8.

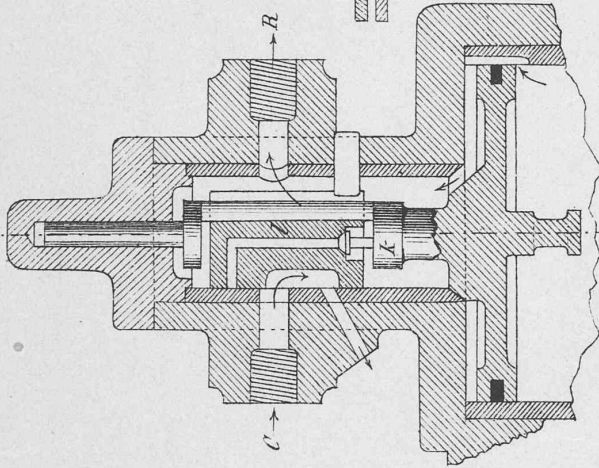
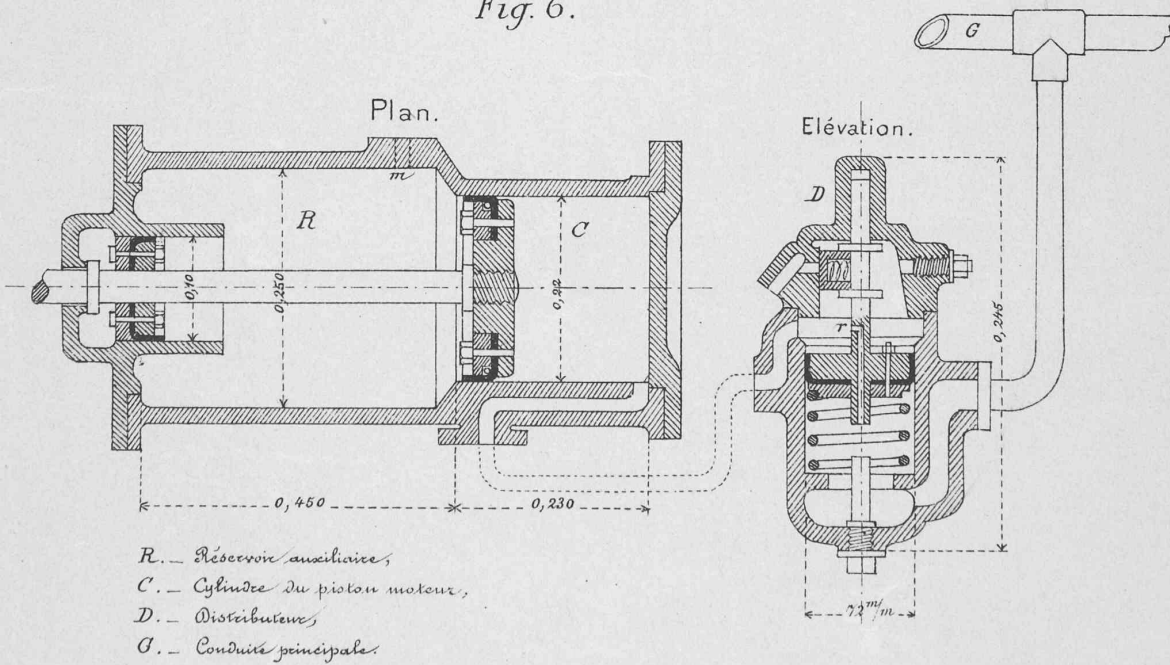


Fig. 6.



Seite / page

leer / vide /  
blank



Fig. 10.

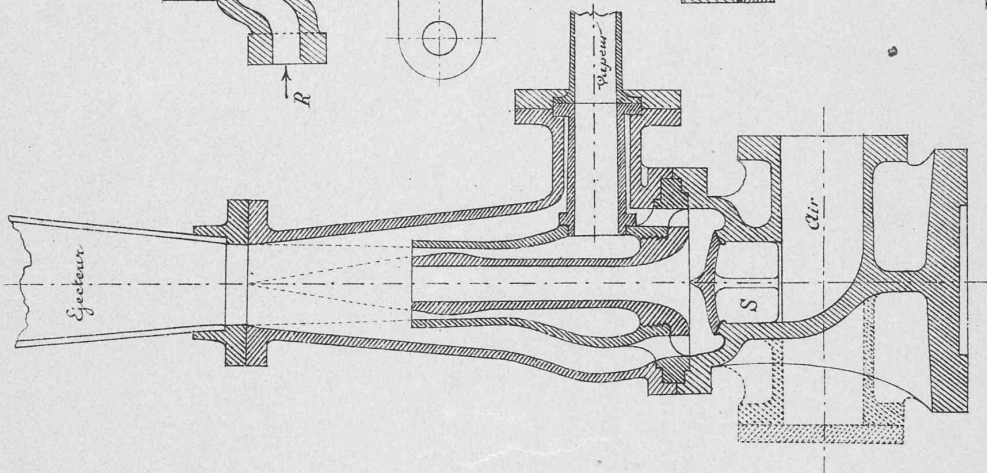
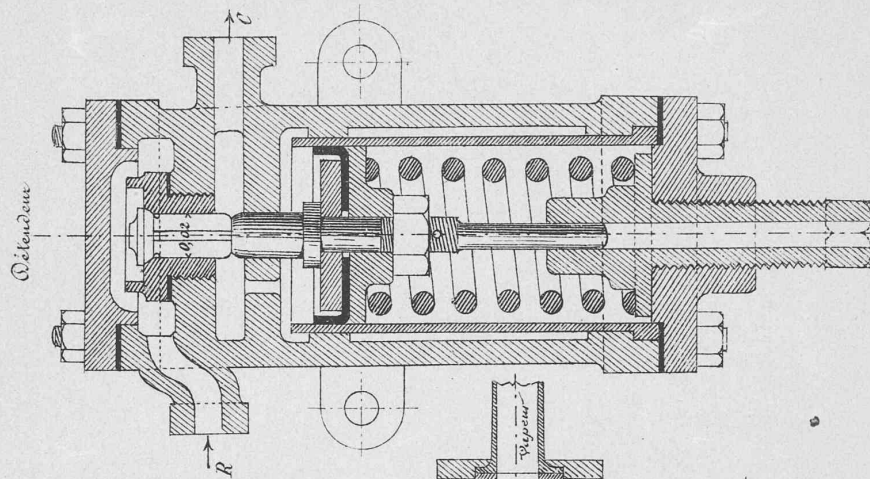
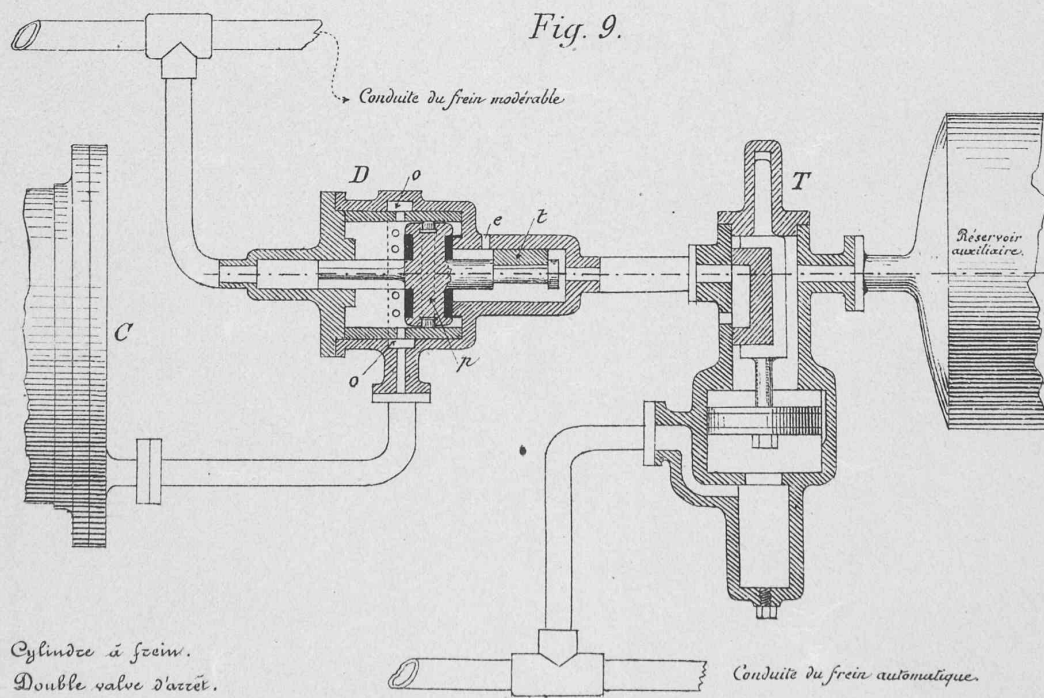


Fig. 11.



R. Réservoir principal,  
C. Conduite principale.

Fig. 9.



C. Cylindre à frein.  
D. Double valve d'arrêt.  
T. Triple valve.

Seite / page

leer / vide /  
blank

Fig. 12.

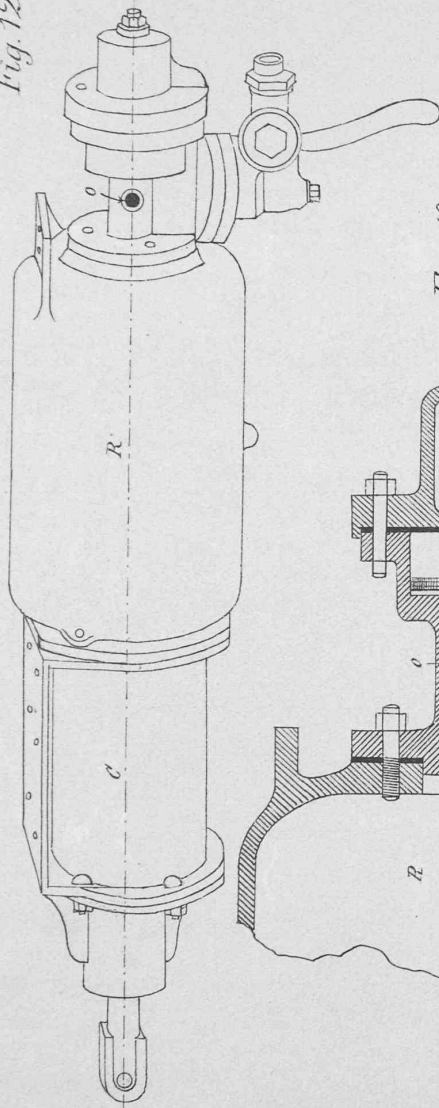
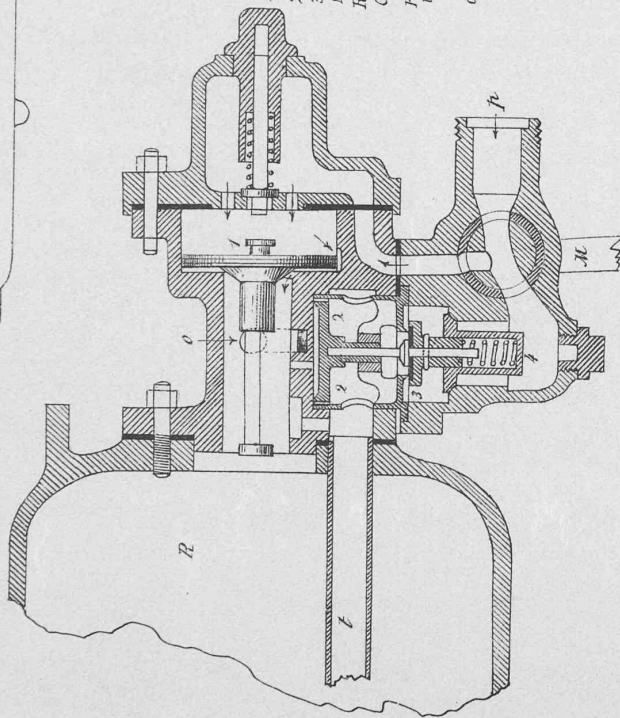


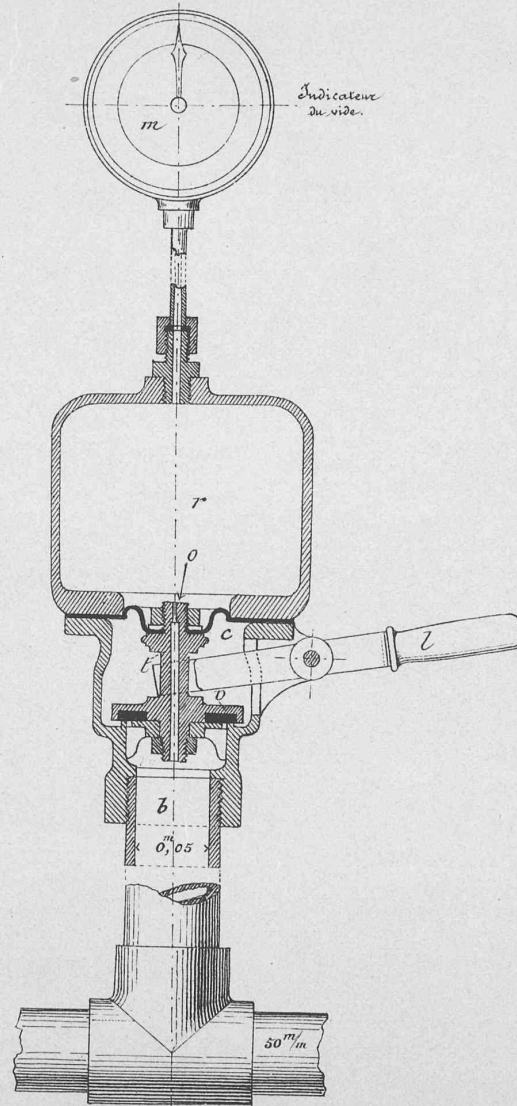
Fig. 13.



1. Piston de la triple valve,
2. Piston secondaire actionné par la pression du réservoir R,
3. Soupape accumulée actionnée par le piston 2,
4. Valve d'arrêt au de retour.
- R. Réservoir auxiliaire,
- C. Cylindre à piston,
- p. Conduite principale,
- t. Engren en fer pour la communication du réservoir R avec le cylindre C.
0. Cylindre d'échappement de l'air comprimé dans l'atmosphère.

AB. Le tiers de la triple valve est supprimé sur ce schéma.

Fig. 14.





Seite / page

leer / vide /  
blank

un léger déplacement de celle-ci la communication entre le réservoir et la conduite principale.

Deux éjecteurs, reliés à la conduite principale, servent l'un (petit modèle) à entretenir le vide, l'autre à produire le maximum de raréfaction de l'air lors du démarrage.

Le robinet de manœuvre est combiné de manière à ce que lors de son ouverture l'arrêt du petit éjecteur ait lieu; et, vice versa.

Enfin, un manomètre indique le degré de raréfaction dans les appareils; et, des boyaux de caoutchouc assurent la continuité de la conduite principale toujours fermée en queue du train (page 283,4).

Pour démarrer, le mécanicien met en jeu les éjecteurs afin d'assurer la prompte propagation du vide dans tous les organes du frein. Celui-ci obtenu, seul le petit éjecteur reste en fonction pour maintenir l'égalité des pressions, sur les deux faces des pistons, nécessaire à la levée des sabots.

Pour appliquer les freins, le mécanicien ouvre le robinet de manœuvre afin de suspendre l'action du petit éjecteur et de laisser entrer en même temps l'air dans la conduite. Cet air, animé d'une certaine vitesse, s'introduit sous les pistons tandis qu'il ne peut pénétrer dans les réservoirs, car la boule des valves automatiques, entraînée par l'air qui tend à y pénétrer, vient en obstruer l'orifice. Et les pistons alors soulevés par la pression atmosphérique affectuent l'application des sabots.

Le robinet de manœuvre ramené à sa position première rétablit le vide en vue d'une prochaine manœuvre.

Tel est en somme le jeu de ce système, dont l'intensité du serrage dépend de la différence des pressions créées sur les faces opposées des pistons. Or, comme on peut régler à volonté cette différence par une plus ou moins grande rentrée d'air dans la conduite principale, il en résulte que ce frein est modérable. En outre, il est automatique. En effet, si en marche normale un accident fortuit provoque une abondante rentrée d'air dans la conduite principale, les freins entrèrent aussitôt en action sans l'intervention du mécanicien. Enfin, ce système, d'ailleurs comme tous les freins automatiques, présente l'insurmontable qualité d'accuser au manomètre les avaries intempestives qui peuvent y survenir en cours de route. Par exemple, si le vide est compromis par une fuite quelconque le mécanicien, immédiatement avisé par le manomètre, peut agir en conséquence.

On doit observer que, relativement à la rapidité d'action du frein, le même inconvénient déjà signalé au sujet du système direct existe aussi avec le frein automatique. Mais, dans le cas d'un serrage à fond (arrêt urgent), on atténue cet inconvénient au moyen de valves spéciales, branchées sur la conduite principale. Chaque fourgon reçoit à cet effet une telle valve, dont le jeu automatique est provoqué par la brusque ouverture du robinet de manœuvre. On peut ainsi accélérer, de voiture à voiture, l'application des sabots par une rapide et abondante rentrée d'air effectuée alors, presque simultanément, sur plusieurs points de la conduite.

Cette valve combinée avec le robinet de vigie fera d'ailleurs l'objet d'une note spéciale.

## II. Freins de la seconde classe ou à air comprimé.

1<sup>o</sup> *Système direct* (non automatique). Bien que ce frein soit abandonné nous en donnons cependant un aperçu sommaire attendu que nous retrouverons son application dans les systèmes conjugués à air comprimé.

Il se compose d'un cylindre de fonte fixé horizontalement au châssis du véhicule (fig. 4); son couvercle reçoit le branchement qui le relie à la conduite principale. Le piston, garni d'un cuir embouti, est maintenu dans sa position normale par un ressort de rappel. La partie antérieure de ce piston est toujours en communication avec l'atmosphère.

La conduite, fermée en queue du train par un robinet d'isolement et dont la continuité est assurée par de forts boyaux en caoutchouc, aboutit sur la machine à un robinet de manœuvre. Ce robinet est à trois voies afin de pouvoir faire communiquer ou le réservoir principal avec la conduite, ou celle-ci avec l'extérieur.

Enfin, deux manomètres, placés sous les yeux du mécanicien, indiquent, l'un la pression de l'air accumulé dans le réservoir par le compresseur, l'autre celle qui existe dans la conduite principale; mais, relativement à cette dernière disposition, il est à remarquer que les avaries survenant en cours de route aux appareils ne peuvent être accusées par le manomètre, celui-ci étant pendant ce temps au repos.

Par cet exposé sommaire, il est facile de se rendre compte de la marche du frein à action directe. Ainsi, on effectue le serrage en établissant, au moyen du robinet à trois voies, la communication entre le réservoir et la conduite. L'air comprimé peut donc pénétrer successivement dans chaque cylindre à frein, et agir sur les pistons avec d'autant plus d'énergie que la pression qui règne dans la conduite est plus élevée. Or, comme cette énergie peut être graduée à volonté par le mécanicien, il en résulte que ce système est modérable. En laissant écouler l'air de la conduite par le robinet de manœuvre on annule la pression des cylindres et les ressorts de rappel, agissant à leur tour en se détendant, desserrent les sabots.

Quoique ce frein soit très simple il présente le grave inconvénient d'être lent dans son action, tant à l'arrêt qu'au démarrage; aussi est-il généralement abandonné.

2<sup>o</sup> *Système indirect* (automatique).

1. *Frein Carpenter*. Cet appareil fort simple, silencieux, d'action assez rapide et énergique, jouit d'une certaine faveur dans le nord de l'Allemagne.

Le cylindre à frein (fig. 5), fixé horizontalement au châssis, est divisé par le piston moteur en deux capacités inégales dont l'une, antérieure, sert de réservoir auxiliaire et dont l'autre, alésée, reçoit en plus du piston un ressort à boudin pour l'y maintenir dans sa position normale.

Le piston, fonctionnant comme soupape, est garni d'un cuir embouti qui présente sa concavité du côté du réservoir afin d'obtenir, lors du serrage, un joint étanche<sup>1</sup>. Une rainure, judicieusement ménagée dans la paroi du cylindre, permet à l'air comprimé de pénétrer dans le réservoir tant que le piston est maintenu, par son ressort de rappel, dans sa position normale. Et, lors du serrage, le piston par son déplacement interrompt toute communication entre ses faces opposées.

<sup>1</sup> Voir le frein Wenger, p. 280.

Le cylindre est relié à la conduite principale par un branchement qui vient déboucher dans la partie postérieure du cylindre.

Enfin, comme dans tous les freins automatiques, des monomètres adaptés soit à la conduite principale, soit au réservoir principal, et un robinet de manœuvre à trois voies en complètent l'installation.

Pendant la marche du train l'air du réservoir principal entretient dans la conduite une pression constante réglée par le détenteur (page 283,3).

Pour appliquer les freins on provoque dans la conduite une plus ou moins grande dépression suivant l'intensité du serrage à obtenir. Alors l'air des réservoirs auxiliaires en se détendant déplace les pistons, tout en comprimant leur ressort respectif, pour actionner la timonerie partant les sabots. L'application de ceux-ci, que l'on peut graduer, est maintenue par la différence des pressions qui actionne les pistons jusqu'à réintroduction d'air comprimé dans la conduite. Or, comme on peut aussi modérer à volonté cette dernière opération, il en résulte que le frein Carpenter est aussi modérable à l'enraiment qu'au désenraiment des roues.

Pour desserrer les freins on rétablit par le robinet de manœuvres la communication entre le réservoir principal et la conduite. L'air s'introduit de nouveau dans les cylindres à freins pour y rétablir l'équilibre sur les pistons ; lesquels, alors actionnés par les ressorts de rappel, sont ramenés à leur position primitive. Et, les réservoirs rechargés sont prêts pour une nouvelle manœuvre <sup>1</sup>.

2. *Frein Schleifer*. Ce frein n'est en somme qu'une reproduction incomplète du frein Wenger, aussi le laissons-nous de côté. Nous le signalons parce qu'il est généralement appliqué aux fourgons postaux de la confédération. Nous ne voyons pas quelle est la raison qui a fait adopter ce frein par l'administration des postes et des chemins de fer, alors que des appareils plus complets, et tout aussi simples, étaient déjà installés sur les principaux réseaux de notre pays, notamment sur celui de l'ancienne compagnie de la Suisse Occidentale. En effet, le frein Schleifer dépourvu dès son début d'un distributeur n'en a été doté que fort longtemps après.

3. *Frein Wenger*. Ce frein est le premier type à air comprimé qui a été introduit en Suisse par l'ancienne compagnie de la Suisse Occidentale en 1884. D'ailleurs, à la suite d'essais concluents faits, entre Pontarlier et Neuchâtel, en présence des représentants de toutes les Compagnies suisses, ce frein fut aussi adopté, à titre d'essai, sur le Central et le Nord-Est.

Le cylindre à frein, représenté en plan sur le schéma (pl. 57, fig. 6), est formé de deux capacités inégales bien distinctes ; l'antérieure constitue le réservoir auxiliaire et la postérieure la chambre du piston moteur. Sur la même tige sont ajustés deux pistons différentiels, dont l'antérieur de faible section se meut dans un cylindre spécial venu de fonte sur le couvercle du réservoir. Le plus grand de ces organes fonctionne comme

piston moteur, tandis que l'autre sert au desserrage à ramener les pistons en position normale. Mais, ce mouvement ne peut se produire que si l'appareil est en pression ; aussi est-il prévu un ressort de rappel (supprimé sur le schéma) pour maintenir, pendant une manœuvre de gare, les sabots levés.

On doit remarquer que l'inventeur de ce frein utilise très heureusement la propriété des cuirs emboutis de n'être étanches que du côté où existe la pression. Ceci justifie donc la position donnée à chaque cuir de tourner sa concavité du côté du réservoir. Mais, la garniture du piston moteur devant fonctionner tantôt comme joint étanche, tantôt comme soupape d'introduction, on donne aux diamètres des plateaux un léger jeu pour faciliter l'arrivée de l'air derrière le cuir.

Le distributeur, interposé entre la conduite principale et le cylindre à frein, a pour objet ou d'introduire l'air comprimé dans la totalité du cylindre, ou de laisser échapper à l'extérieur l'air renfermé dans la partie postérieure de celui-ci. A cet effet, il est composé d'une boîte en fonte, alésée pour recevoir un piston d'équilibre dont le cuir embouti effectue aussi tantôt un joint étanche, tantôt une soupape d'introduction. Le couvercle de cet appareil automatique, également en fonte, reçoit intérieurement un tiroir actionné par la tige du piston. La glace du tiroir communique avec l'extérieur au moyen d'un petit canal ou lumière. Au-dessus de l'organe d'équilibre débouche le canal du cylindre à frein et au-dessous celui du branchement de la conduite principale. Un ressort hélicoïdal maintient le piston dans sa position normale, soit au haut de sa course, afin de fermer la lumière du tiroir. Cet appareil automatique, vu son diamètre relativement grand, est très sensible ; condition précieuse pour assurer la rapidité et la simultanéité d'action de tous les freins. Mais une trop grande sensibilité par suite de légères fuites, toujours inévitables, peut nuire à la bonne marche du frein. Aussi, a-t-on ménagé au bas de la tige du piston une petite lumière qui laisse passer un faible filet d'air, suffisant pour égaliser les pressions sur le piston, sans toutefois nuire à la sensibilité du distributeur.

Par ce qui vient d'être exposé, il est facile de comprendre le jeu successif des divers organes du frein. En effet, lorsque la conduite est entretenue en charge par le réservoir principal, l'air pénètre dans le distributeur ; et, passant entre sa paroi intérieure et le cuir embouti, se rend d'abord dans la chambre postérieure du cylindre, puis en déprimant légèrement le cuir du piston moteur entre enfin dans le réservoir. Et, rien n'est changé dans la position relative des divers organes, tant que l'équilibre existe sur les deux faces soit du piston moteur, soit de celui du distributeur. Mais, lorsqu'on laisse échapper par le robinet de manœuvre l'air de la conduite, cet équilibre, rompu aussitôt, permet au distributeur d'entrer de suite en jeu. Son piston, alors entraîné par la prépondérance de la pression du cylindre à frein, descend. Ce mouvement descendant actionne le tiroir qui a son tour démasque l'orifice de sortie ; la partie postérieure du cylindre se vide et le frein entre en action par suite de la détente sur le piston moteur de l'air resté dans le réservoir. Le frein reste donc serré jusqu'à réintroduction d'air comprimé dans les appareils.

Si par suite d'une rupture tout l'air de la conduite est brusquement évacué, l'air emmagasiné dans le réservoir auxiliaire

<sup>1</sup> L'air contenu dans les réservoirs représente la provision de force nécessaire au fonctionnement automatique du frein. On en modère l'action, dans tous les systèmes automatiques à air comprimé, en maintenant dans la conduite, et par suite dans le fond postérieur du cylindre, une contre-pression plus ou moins intense pour ou diminuer, ou augmenter l'effort de traction des pistons sur la timonerie.



agirait comme nous venons de le voir ; ce frein est donc automatique. En outre, il est modérable tant au serrage qu'au desserrage puisque son énergie d'action dépend de la différence des pressions sur les faces opposées du piston moteur. Or, comme on peut régler cette différence par une plus ou moins grande quantité d'air évacuée ou réintroduite dans la conduite principale, au moyen du robinet de manœuvre, il en résulte que notre assertion au sujet de sa modérabilité se trouve entièrement justifiée.

Le frein que nous venons d'examiner quoique simple, rustique, sûr dans son action et d'un entretien presque nul, tend à être supplanté en Suisse, vu des raisons purement administratives, par le frein Westinghouse à action rapide. Nous aurons d'ailleurs à revenir en temps et lieu sur le frein Wenger d'une incontestable utilité (note p. 205).

4. *Frein Westinghouse.* Ce frein très ingénieux est en définitive l'idée première des systèmes automatiques à air comprimé ; mais non du frein continu qui a déjà paru en France présenté en 1859 par le mécanicien Morel.

L'ensemble des appareils Westinghouse groupés sur chaque véhicule comprend, comme dans les freins similaires, un cylindre et son piston, un distributeur appelé *triple valve* et un réservoir, mais qui, dans le cas particulier, est séparé du cylindre à frein (fig. 7).

Dans le cylindre se meut un piston garni d'un cuir embouti et dont la tige actionne au dehors la timonerie du frein. Ce piston est maintenu dans sa position normale au moyen d'un ressort à boudin enfermé dans l'espace antérieur du cylindre. Une petite rainure *r*, ménagée par précaution dans la paroi de celui-ci, donne, lorsque le piston est au repos, un libre écoulement dans la partie antérieure du cylindre, toujours en communication avec l'extérieur, à l'air provenant de légères fuites.

La triple valve est destinée à faire communiquer alternativement ou la conduite principale avec le réservoir auxiliaire, ou celui-ci avec la partie postérieure du cylindre, ou enfin ce dernier avec l'extérieur. Dans ce but, le distributeur est formé d'une boîte de fonte, alésée en son milieu pour recevoir un petit piston, à segment métallique, dont la tige actionne un tiroir à coquille. Celui-ci appuie sur une glace appropriée à cet effet dans la partie supérieure de la triple valve. Quelle que soit d'ailleurs la position du tiroir, la lumière débouchant à l'extérieur est toujours recouverte par lui. Enfin, trois canaux servent à établir les communications énumérées ci-dessus : le premier, qui débouche sous le petit piston, est branché sur la conduite principale ; les deux autres canaux, percés en regard l'un de l'autre dans la partie supérieure de la boîte, sont branchés l'un avec le réservoir et l'autre avec la partie postérieure du cylindre.

D'après cette description sommaire, il est aisé de comprendre que lorsque la conduite principale est en charge, l'air comprimé pénètre dans la triple valve, soulève son piston jusqu'à ce que la rainure *o*, judicieusement appropriée au haut de la paroi alésée, soit démasquée. Dans son mouvement ascendant, le piston a entraîné le tiroir qui à son tour interrompt toute communication avec le cylindre tant que la pression est maintenue dans la triple valve. Alors l'air peut seulement pénétrer dans le réservoir et y maintenir la tension nécessaire soit au fonctionnement automatique, soit à la marche normale du frein.

Une brusque évacuation d'air de la conduite principale provoque une dépression sous le piston du distributeur. La pression du réservoir devenant alors prépondérante abaisse le piston. Le tiroir, entraîné par ce mouvement descendant, rétablit la communication entre le réservoir auxiliaire et le cylindre. Ce qui permet à l'air précédemment emmagasiné d'agir par expansion sur le piston moteur pour effectuer l'application des sabots. Donc en réintroduisant, par le robinet de manœuvre, de l'air comprimé dans la conduite le piston de la triple valve est de nouveau élevé, partant l'air enfermé dans le cylindre évacué dans l'atmosphère ; puis, la pression rétablie dans le réservoir.

Ce frein, tel que nous venons de le décrire, n'est pas modérable. Aussi son inventeur a-t-il cherché, mais sans grand succès, à suppléer à ce défaut par le dispositif suivant (fig. 8).

Pour obtenir, dans une certaine mesure, un serrage modéré Westinghouse modifie le jeu de sa triple valve de manière à ce qu'une faible dépression dans la conduite principale oblige le tiroir à ne pas démasquer entièrement l'orifice donnant accès à l'air comprimé dans le cylindre à frein. A cet effet, il donne au cadre du tiroir, dans le sens de sa longueur, un certain jeu (5 mm.) afin qu'un léger déplacement du piston n'entraîne pas immédiatement le tiroir maintenu en place par la pression. Dans l'intérieur du tiroir il existe une lumière longitudinale dont les extrémités débouchent l'une à la base de cet organe et l'autre sur la glace. Enfin, une *valve de graduation*, faisant corps avec la tige du piston de la triple valve, peut suivant le mouvement du piston ouvrir ou fermer la lumière du tiroir. Avec ce tiroir modifié on réalise comme suit un serrage modéré.

On laisse échapper, mais non brusquement, une certaine quantité d'air de la conduite afin d'en réduire d'un faible degré la pression. Le piston distributeur descend lentement en entraînant la valve de graduation qui vu le mouvement retardé du tiroir ouvre sa lumière. Ce mouvement descendant se continue jusqu'à ce que la lumière du tiroir permette à la pression du réservoir de pénétrer dans le cylindre. On réalise ainsi un serrage modéré dû à la faible section d'écoulement ménagée à l'air par la lumière du tiroir. Au bout d'un certain temps la pression du réservoir s'est abaissée jusqu'à devenir moindre que celle de la conduite principale. Dès ce moment le piston distributeur remonte, tandis que le tiroir reste en place maintenu par la pression. Alors la valve de graduation, élevée en même temps que le piston, vient intercepter toute communication entre le réservoir et le cylindre. Partant, les sabots restent appliqués avec une pression modérée.

Le jeu de cette triple valve modifiée est très délicat, et ne peut réussir que commandé par un habile mécanicien ; donc, pratiquement le frein Westinghouse n'est pas modérable.

Or, comme nous retrouvons cette disposition dans le frein à action rapide, dont nous parlerons à la fin de cette notice, nous estimons, jusqu'à preuve du contraire, que tous les freins Westinghouse ne répondent pas rigoureusement aux conditions requises de tout système automatique.

### III. Freins conjugués.

Nous comprenons sous cet dénomination, comme nous l'avons déjà dit, un groupe de freins automatiques dont le jeu résulte de la combinaison d'un système direct et d'un système indirect à vide ou air comprimé.

1. *Frein Eames* (vide). Bien que nous n'ayons pas de données suffisantes pour entreprendre la description de cet appareil, nous tenons cependant à le citer; car, il est aux freins à vide ce que le système Westinghouse-Henry est aux freins à air comprimé.

Si ce frein Eames est très sensible, partant plus rapide dans son action que les systèmes Hardy, il présente en revanche l'inconvénient d'être compliqué. En effet, deux conduites principales et deux distributeurs automatiques sont, outre les organes déjà connus, nécessaires à son fonctionnement.

2. *Frein Westinghouse-Henry*. Nous venons de voir que pratiquement l'appareil Westinghouse n'est pas modérable, car le dispositif spécial apporté au tiroir du distributeur n'a pas répondu à ce que son inventeur en attendait. C'est pour obvier à cet inconvénient majeur que M. Henry, ingénieur en chef de la Compagnie du Paris-Lyon, a modifié plutôt complété le frein Westinghouse. L'appareil conjugué que nous allons décrire très sommairement est excellent. Il est avantageusement employé depuis plusieurs années sur le réseau de la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, et actuellement sur celui du Gothard.

Ce frein (pl. 58, fig. 9), en plus des organes que nous connaissons déjà, comporte l'addition de quelques pièces nécessaires à son jeu modérable, savoir:

1° Une *double valve d'arrêt* placée judicieusement entre la triple valve et le cylindre à frein.

2° Une *seconde conduite* à air, dite modérable, pareille à la principale.

3° Un *second robinet de manœuvre* pour vider ou alimenter d'air comprimé la conduite du frein modérable.

La double valve d'arrêt comporte un piston automatique *p* et trois ouvertures. Celles-ci sont en communication, l'une avec la conduite modérable, l'autre par la triple valve avec le réservoir auxiliaire, enfin la troisième communique par les orifices *o* avec le cylindre à frein.

On doit observer qu'avec les freins conjugués les deux systèmes automatique et modérable ne peuvent pas fonctionner simultanément attendu que les sabots d'un véhicule sont actionnés par un seul et même piston moteur.

Il est facile de saisir d'après notre schéma, représentant le frein modérable en action, comment s'effectue la mise en œuvre du frein automatique. A cet effet, par l'intermédiaire du second robinet de manœuvre, on annule la pression de la conduite modérable. Puis, on provoque une forte dépression dans la conduite principale alors en charge. Le piston de la triple valve s'abaisse en démasquant l'ouverture de la double valve d'arrêt. Aussitôt l'air du réservoir auxiliaire déplace le piston *p*, qui vient ainsi fermer l'ouverture de la conduite modérable; l'air trouvant une issue par les orifices *o* se rend dans le cylindre à frein pour y opérer le serrage des sabots. Enfin, la ma-

nœuvre inverse ramène les divers organes dans leur position primitive.

La lumière *e* et le tiroir *t* actionné par le piston *p*, qui figurent sur notre croquis, servent à effectuer, par le second robinet de manœuvre, la vidange des réservoirs auxiliaires lorsqu'on veut momentanément annuler l'action du frein automatique par suite d'un serrage intempestif arrivé en cours de route.

Notre intention étant de ne pas entrer dans plus de détails nous renvoyons et engageons ceux de nos camarades qui veulent étudier ce frein, quelque peu compliqué, à consulter la *Revue générale des chemins de fer*, année 1883.

3. *Frein Wenger* (système conjugué). Quoique le frein simple de Wenger soit modérable, son inventeur a cependant prévu une seconde conduite (modérable) afin de pouvoir le faire agir aussi comme frein direct pour régler son action sur de longues pentes à fortes déclivités. Dans ce but, chaque cylindre à frein est muni d'une ouverture (*m*, fig. 6) donnant directement accès à l'air de la conduite modérable dans le réservoir auxiliaire. Cette seconde conduite, fermée en queue du train, aboutit sur la machine à un second robinet de manœuvre. Mais, avec cette disposition, la double valve d'arrêt est remplacée par une soupape spéciale s'ouvrant de dehors en dedans. Ce dispositif prévient tout retour d'air du cylindre à frein à la conduite modérable lorsque celle-ci est vidée; tandis que dans le cas contraire, il permet l'introduction directe de l'air dans le réservoir auxiliaire. On peut ainsi entretenir sur les pistons moteurs, et aussi longtemps que cela est nécessaire, la pression requise pour l'application des sabots.

N'ayant pas eu l'occasion de voir fonctionner ce frein conjugué, nous ne pouvons nous prononcer sur son efficacité. D'ailleurs, avec ce frein la recharge des réservoirs auxiliaires doit s'effectuer mieux et plus sûrement qu'avec l'appareil non conjugué. Dans ce dernier frein, les recharges successives, auxquelles on est obligé de procéder, si les freins doivent rester appliqués pendant un certain temps, entraînent un léger desserrage, très court il est vrai, mais qui en somme sur de faibles et courtes pentes ne paraît pas nuire à la marche du train<sup>1</sup>.

### IV. Organes complémentaires.

Avant d'aborder l'étude du frein Westinghouse à action rapide, il nous reste à passer en revue le jeu d'un certain nombre d'organes nécessaires au fonctionnement des freins décrits.

1. *Ejecteurs*. Comme tous ces appareils ne diffèrent que par des détails de construction nous nous contentons de donner l'éjecteur Pascal d'un excellent rendement (fig. 10).

Cet organe, comme l'on sait, a pour but de provoquer la raréfaction de l'air renfermé dans les cylindres à freins et les réservoirs auxiliaires par un jet du vapeur emprunté à la locomotive. Or, comme le degré de vide est d'autant plus grand que le mélange de l'air et de vapeur est plus intime on aug-

<sup>1</sup> Le coefficient de frottement des sabots sur les bandages diminue de valeur après une certaine durée d'application, il semble donc utile de les desserrer quelque peu, de temps en temps, pour en obtenir le maximum d'effet.



mente à cet effet leur contact au moyen de courants annulaires.

Le jet concentrique de vapeur, animé d'une certaine vitesse, entraîne avec lui les molécules d'air qu'il rencontre dans l'éjecteur en y provoquant une dépression. La pression atmosphérique de la conduite principale s'exerçant alors soulève la soupape de retenue *s* qui en ferme l'orifice. Et, cet air, appelé tant que dure le courant de vapeur, s'échappe avec celui-ci à l'extérieur. Le jet de vapeur supprimé la pression atmosphérique se rétablit dans l'éjecteur; la soupape retombe sur son siège et maintient ainsi le vide créé précédemment dans la conduite. Tel est le jeu de cet intéressant et très simple appareil qui peut réaliser un vide de 64 centimètres de mercure.

2. *Compresseurs automatiques.* Ces machines, d'une construction trop spéciale et délicate, ne seront pas décrites dans cette notice. Aussi nous contenterons-nous d'en esquisser à grands traits les principales conditions.

Le compresseur à marche automatique se compose d'une machine à vapeur dont la tige du piston actionne directement une pompe à air. Son but est d'entretenir continuellement en charge le réservoir principal à une pression assez voisine de celle de la chaudière; c'est-à-dire, de 7 à 8 kilogrammes par centimètre carré. Afin de ne pas surcharger le travail des agents préposés au service de la locomotive, le compresseur est construit de manière à pouvoir se mettre en marche de lui-même au fur et à mesure des appels d'air faits au réservoir principal.

Selon notre humble avis on devrait chercher à rendre la marche de pareils moteurs aussi silencieuse que possible afin de ne pas incommoder les voyageurs, et surtout de ne pas nuire à la transmission des signaux donnés par le chef de train. Enfin, vu leur dimension, il serait prudent de toujours les placer sur la locomotive dans un endroit tel que la vue de la voie ne soit pas masquée aux yeux du mécanicien. Toutes choses égales d'ailleurs, il nous semble prudent aussi d'utiliser un compresseur qui consomme le moins de vapeur. Cette considération, vu nos lignes accidentées, semble présenter une certaine importance surtout depuis l'introduction du chauffage à vapeur. Nous voyons là une cause future de dépenses onéreuses pour les services de traction étant donné l'augmentation de trafic.

3. *Détendeurs.* Comme ces régulateurs de pression reposent tous sur le même principe, nous donnons le détendeur employé avec le frein Wenger (fig. 11.)

Cet appareil est appelé à entretenir automatiquement dans la conduite principale, partant dans les réservoirs auxiliaires, une pression constante, mais indépendante de celle du réservoir principal.

Il est formé d'une boîte cylindrique de fonte divisée, par deux cloisons horizontales, en trois chambres superposées. La chambre supérieure communique avec le réservoir principal; l'intermédiaire avec la conduite principale. La paroi qui sépare ces deux chambres est munie d'une soupape s'ouvrant de bas en haut. Dans la chambre inférieure, communiquant par un petit canal avec la chambre intermédiaire, se meut le piston régulateur garni d'un cuir embouti et d'une tige qui, vu son prolongement, actionne par appui la soupape ci-dessus désignée. Enfin, un ressort, dont la tension peut être réglée à volonté,

tend à élever le piston si la pression de la conduite principale vient à baisser au-dessous de sa valeur normale. Dans ce cas le piston poussé par son ressort soulève la soupape jusqu'à ce que l'air du réservoir principal ait rétabli la pression dans la conduite principale.

Dans la pratique, on règle la tension du ressort à l'aide d'une vis (vis inférieure) de façon à maintenir dans la conduite une pression effective de 4 kilogrammes par centimètre carré.

4. *Accouplements.* On sait que les accouplements servent à assurer la continuité de la conduite principale. Ces organes doivent être étanches et d'une manœuvre facile tant à l'accouplement qu'au désaccouplement des wagons. D'ailleurs, on requiert d'eux une certaine résistance; mais pas assez grande pour que lors d'un grave accident leur rupture provoque le jeu automatique du frein.

Les accouplements sont généralement formés par un boyau de caoutchouc judicieusement adapté aux extrémités de la conduite de chaque voiture. Tout boyau se termine par une sorte d'agrafe métallique pourvue d'un mentonnet pour la maintenir, après emboîtement, contre l'agrafe du boyau consécutif. L'étanchéité du raccord est assurée par une rondelle de caoutchouc ou de cuir dont les agrafes sont munies.

Les boyaux de caoutchouc offrent le grand avantage, dû à leur flexibilité, de pouvoir suivre sans les gêner les cahotements des véhicules; mais en revanche ils se détériorent assez facilement et ne peuvent résister longtemps soumis à la pression généralement admise dans les freins à air comprimé. Aussi a-t-on cherché, notamment au chemin de fer du Paris-Lyon, à substituer au caoutchouc, mais sans succès, un accouplement métallique<sup>1</sup>.

5. *Soupape de décharge.* A chaque réservoir auxiliaire, il est adapté une soupape de décharge, munie d'une tirette à main, afin de pouvoir desserrer les sabots d'une voiture isolée s'ils sont restés appliqués. Cette soupape sert donc dans les freins automatiques à air comprimé à la vidange du réservoir, et dans les freins automatiques à vide à réintroduire la pression atmosphérique dans le réservoir.

6. Trois sortes de robinets complètent l'installation d'un frein pneumatique, savoir:

1° Un *robinet d'accouplement*, placé à la base de chaque boyau de caoutchouc, permet de fermer la conduite principale en queue du train et d'établir la continuité de celui-ci dès que l'accouplement d'un véhicule est effectué.

2° Un *robinet d'isolement*, interposé entre la conduite et le distributeur sert, sans interrompre la continuité de la conduite principale, à condamner un cylindre à frein momentanément avarié.

3° Un *robinet de vigie*, branché sur la conduite des fourgons et actionné par un levier à portée du chef de train, donne à celui-ci le moyen de vider la conduite, partant d'arrêter le convoi sans le secours du mécanicien. (Voir note A, p. 285.)

En Allemagne, par imitation sur les lignes du Gothard, de semblables robinets sont mis à la disposition des voyageurs afin qu'ils puissent arrêter, de leur compartiment, le train en

<sup>1</sup> Dans les albums-prospectus des freins Westinghouse on cite un accouplement métallique, proposé par cet inventeur, sans toutefois en donner une description.



cas de danger pressant. L'utilité d'un tel dispositif nous paraît fort contestable.

7. Enfin, comme nous le savons déjà, des manomètres, complétant l'ensemble des organes, sont nécessaires au contrôle de la bonne marche des freins pneumatiques.

### V. Frein à action rapide<sup>1</sup>.

L'écoulement de l'air de la conduite principale est l'obstacle majeur, avons-nous vu, à la simultanéité d'action des freins. Et la propagation d'action, de la première à la dernière voiture, est en raison inverse du développement de cette conduite. Le distributeur atténue, dans une certaine mesure, cet inconvénient; mais pour de longs trains, composés par exemple de 20 à 50 wagons, il est insuffisant. Or, M. Westinghouse, en faisant aussi concourir au serrage l'air resté, après légère dépression (1 kg. environ), dans la conduite principale réalise, sans réactions, l'arrêt relativement prompt de très longs trains.

La nouvelle distribution proposée est très ingénieuse, mais fort compliquée. En effet, en plus de la triple valve, y compris celle de graduation, Westinghouse a recours à un second piston et à deux soupapes dont une de retenue (pl. 59, figures 12 et 13).

La valve horizontale est identique à la triple valve déjà décrite (page 281) et fonctionne comme elle, soit pour appliquer modérément les freins, soit pour les serrer rapidement avec leur maximum d'énergie par le déplacement à fond de course de la triple valve. Mais, avec le frein à action rapide, ce dernier mouvement est utilisé pour accélérer le serrage successif des freins. Dans ce but une lumière, convenablement disposée dans le tiroir de la triple valve, met à ce moment en communication le réservoir auxiliaire *R* avec la face supérieure du piston vertical 2; laquelle face était auparavant en communication avec l'orifice d'échappement *o*.

Pour serrer rapidement les freins on produit une brusque dépression dans la conduite. Le piston de la triple valve se déplace à fond de course. L'air du réservoir *R* agit sur le piston 2, lequel descend immédiatement et ouvre la soupape 3. L'air qui reste dans la conduite passe alors par la valve d'arrêt 4, et pénètre directement dans le cylindre *C* par la soupape 3 et le tube *t*. On produit ainsi une réduction rapide de la pression dans la conduite de la voiture suivante; et qui, en définitive, se propage de cette façon très rapidement de wagon à wagon.

Les passages entre la conduite *p* et le cylindre *C* sont d'une section plus grande que ceux qui existent entre le réservoir *R* et le cylindre à frein. La conduite *p* peut donc décharger dans le cylindre à frein la plus grande partie de l'air qu'elle renferme avant même que celui du réservoir puisse y pénétrer. Aussitôt que ces deux pressions sont égales, la valve 4, actionnée par son ressort, se ferme et empêche ainsi tout retour d'air dans la conduite principale.

Le desserrage est obtenu par la réintroduction de la pression dans la conduite. Cette pression ramène la triple valve dans sa position première; l'air, resté sur le piston 2, est évacué par l'orifice *o*, ainsi que celui du cylindre à frein. Mais, le piston 2 soulevé par la pression du cylindre *C* ferme la soupape 3 afin d'empêcher à l'air de la conduite *p* de passer dans le cylindre.

<sup>1</sup> Extrait de l'album-prospectus de la Compagnie Westinghouse.

En même temps l'air pénètre dans le réservoir auxiliaire pour la recharge.

Enfin, un robinet à trois voies *M* permet de condamner ou le frein, ou seulement les organes de son action rapide.

On doit remarquer que cette nouvelle disposition forme un tout (fig. 12) plus aisé à fixer au châssis que le système précédemment examiné (page 281) où le réservoir est séparé du cylindre à frein.

Ce frein à action rapide répond-t-il aux exigences du service? Nous ne saurions l'affirmer bien qu'il tende à être admis en Suisse comme un frein idéal pour les trains à voyageurs. Quant à nous, nous lui préférons le système conjugué Henry, attendu que la modérabilité est tout aussi nécessaire au bon service d'un frein continu que la rapidité et la simultanéité d'action.

### VI. Résumé et conclusions.

Des freins examinés, le Westinghouse-Henry excepté, aucun ne satisfait entièrement au programme exposé en tête de ces notes. Cependant, pour des trains de longueur moyenne, les freins automatiques de MM. Wenger et Hardy, répondent le mieux aux exigences du service.

Afin de prévenir au serrage toute brutalité de réaction fort désagréable, surtout nuisible à la conservation du matériel, on cherche à appliquer simultanément tous les sabots, sans toutefois provoquer le calage des roues; lequel, d'ailleurs, ne réalise pas l'arrêt le plus rapide. Or, comme le mode d'ajustage, à angle droit, des branchements sur la conduite principale compromet la simultanéité d'action cherchée on y supplée au moyen du distributeur. Malheureusement cet organe, tel qu'il est généralement appliqué aux freins à air comprimé, ne remédie qu'en partie à ce défaut; et c'est pour y obvier qu'un frein à action rapide a été imaginé. On doit remarquer à ce sujet, que le système automatique de M. Hardy présente une certaine infériorité comparativement aux freins Wenger, Westinghouse. En effet, s'il s'agit d'un serrage modéré la réintroduction de l'air dans la conduite ne peut s'effectuer que par un orifice unique, d'où retard inévitable dans l'action successive des freins<sup>1</sup>. Malgré cela, ce système n'en arrête pas moins régulièrement et sans chocs les trains. Mais, il est vrai qu'on a soin, sur les lignes où ce frein Hardy est employé, d'accoupler les voitures entre elles jusqu'à refus des tendeurs<sup>2</sup>.

Enfin, plus le degré de sensibilité d'un distributeur est grand plus aussi est assurée la simultanéité d'action des freins. Mais la rapidité d'action, précieuse lors d'un danger pressant, devient un inconvénient pour de fréquents arrêts; car, dans ce cas, les brusques réactions sont difficiles à éviter. D'ailleurs, cet inconvénient est notablement aggravé lorsqu'il entre dans la composition d'un train des voitures munies de freins dont les distributeurs sont de sensibilité différente. M. Soulerin

<sup>1</sup> Voir note A sur la valve à air des fourgons, p. 235.

<sup>2</sup> Sans trop insister sur ce fait (que nous considérons comme très important), nous le mettons en présence d'une prescription usitée sur nos réseaux; laquelle exige, pour les voitures à quatre essieux, de laisser entre les tampons une distance de 2 à 5 cm. Avec un tel attelage il nous semble difficile d'employer utilement un frein automatique.

propose avec raison d'y remédier par l'emploi de son distributeur régulateur dont malheureusement l'usage ne s'est pas généralisé.

Au début de notre étude, très partisan des systèmes à air comprimé nous avons dû les abandonner, non sans regrets, après des plus amples investigations pour préconiser les freins automatiques à vide ; et cela pour les considérations suivantes.

Et d'abord : dans tous les systèmes pneumatiques l'air est, nous l'avons vu, l'unique agent propagateur de la force. Or, comme les moteurs qui doivent le rendre utilisable sont l'éjecteur et le compresseur il est de toute nécessité que leur jeu soit *infaillible*. Si, en effet, l'une ou l'autre de ces machines refuse d'agir sous l'action de la vapeur, le frein reste inerte et n'est conséquemment d'aucun secours. On sait d'ailleurs, d'après l'expérience, que la marche d'un éjecteur est toujours plus sûre que celle d'un compresseur. Il en résulte donc que le frein automatique à vide a moins de chance d'être paralysé dans son action que le frein à air comprimé.

Du reste, on peut au besoin installer plus facilement un éjecteur de réserve qu'une pompe de compression, toujours encombrante, sur la locomotive.

En second lieu : la conduite principale, dont la continuité est pratiquement réalisée au moyen de boyaux de caoutchouc, fonctionne mieux et plus sûrement dans les systèmes à vide que dans ceux à air comprimé. Les faits, en effet, prouvent trop souvent qu'il est difficile au caoutchouc de résister aux pressions effectives, de 4 kilogrammes par centimètre, généralement imposées par la triple valve du frein Westinghouse<sup>1</sup>.

Telles sont en somme les raisons qui nous font donner sans hésitation la préférence au système automatique à vide ; lequel, outre sa simplicité et sa facilité de manœuvre, est d'un entretien presque nul. En effet, les caoutchoucs des pistons moteurs se conservent longtemps, les appareils ne nécessitant aucun graissage.

#### A. Note sur la valve à air des fourgons du frein automatique Hardy.

Cette valve (fig. 14), dans ses parties essentielles, se compose d'un tube *b* qui, branché sur la conduite principale, vient déboucher dans la chambre *c*. L'intérieur de celle-ci, où l'air atmosphérique a toujours libre accès, reçoit une soupape *v* servant d'obturateur mobile au tube *b*. Le levier *l*, mis à la disposition du conducteur, est construit de façon à appuyer légèrement sur la soupape afin d'en assurer la fermeture. Enfin, le tout est surmonté d'un réservoir *r* qui, fermé à sa base par un diaphragme étanche, est relié au moyen d'une tubulure à un indicateur de vide.

Il est à observer que la conduite principale et le réservoir communiquent toujours entre eux au moyen d'un canal *o*, de très faible section, judicieusement percé dans la tige *t* de la soupape. La partie supérieure de cette tige s'adapte au centre du diaphragme, dont la surface utile est égale à celle de la soupape pour assurer, lors d'un serrage à fond, l'automatisme du système.

<sup>1</sup> En réalité n'y aurait-il pas avantage à diminuer cette pression ? Celle-ci réduite, par exemple à 3 kg., entraînerait peut-être quelques modifications dans la section des pistons moteurs, mais en somme de peu d'importance comparativement au surcroît de sécurité qui en résulterait pour la marche du train.

Ainsi, lorsqu'on effectue le vide dans la conduite principale la raréfaction de l'air du réservoir a lieu aussitôt et se continue jusqu'à ce que l'équilibre des pressions, nécessaire au repos de la soupape, soit obtenu dans le tube *b* et dans le réservoir *r*. Si on rompt cet équilibre par une brusque rentrée d'air dans la conduite principale la soupape s'ouvre spontanément ; car cet air, ne pouvant pénétrer instantanément dans le réservoir vu la faible section du canal *o*, engendre sous la soupape un excès de pression suffisant pour en provoquer la levée. Alors cette soupape, momentanément ouverte, laisse pénétrer l'air extérieur dans les freins afin d'en accélérer l'application.

Tel est en somme le jeu automatique de cette valve qui, d'ailleurs, s'emploie comme robinet de vie ; et l'expérience a montré qu'appliquée aux fourgons de tête et de queue d'un train de 12 voitures anglaises l'action du frein indirect de Hardy est aussi prompt qu'avec les appareils de Westinghouse.

#### B. Note sur le frein Wenger non conjugué.

Le principe sur lequel repose le jeu du piston moteur du frein Wenger présente un réel inconvénient lorsqu'on fait fonctionner celui-ci sur une longue pente. Dans ce cas, il est difficile de maintenir la pression dans les réservoirs auxiliaires vu le manque d'étanchéité des cuirs emboutis. On sait qu'on remédie en partie à cet inconvénient par des recharges successives, provoquant un desserrage momentané, qui à son tour pourrait nuire à la bonne marche du train.

Le cuir embouti de ce système de frein, avons-nous vu, doit satisfaire à deux fonctions bien distinctes. Ainsi, pendant la mise en charge du réservoir il agit comme soupape, et comme joint étanche lors du serrage. Mais, est-il réellement avantageux d'exiger d'un cuir embouti de satisfaire à des fonctions aussi opposées, puisqu'il n'existe aucun cuir imperméable, voire même imprégné de suif et de paraffine ?

M. l'ingénieur en chef de la traction des chemins de fer du Jura et du Simplon frappé de ce fait, s'est posé la question de savoir s'il n'y avait pas avantage à conserver au cuir embouti sa fonction de joint étanche, et de recourir purement et simplement à une soupape, ajustée dans le piston moteur, pour l'introduction de l'air dans le réservoir. Une étude basée sur cette idée fut élaborée et soumise au commencement de l'année 1887 au directeur de l'ancienne compagnie de la Suisse Occidentale. Cette direction, toujours soucieuse des améliorations à apporter au matériel de sa compagnie donna après examen l'ordre d'exécuter immédiatement un appareil suivant le plan présenté.

Ce frein construit dans les ateliers de la Compagnie fut expérimenté avec succès, le 1<sup>er</sup> juin 1887, en présence de l'ingénieur du contrôle fédéral.

Il fut constaté, à la suite de nombreuses expériences, que la pression du réservoir auxiliaire pouvait être maintenue, sans perte sensible, pendant plus de 30 minutes consécutives.

Enfin, chose digne de remarque, la rapidité d'action tant au serrage qu'au démarrage était très sensiblement augmentée.

Cette même idée pourrait, nous semble-t-il, s'appliquer aussi avec succès au piston du distributeur.

D'ailleurs, il serait avantageux avec les systèmes Wenger et Schleifer de guider les pistons différentiels afin de mieux assurer le double jeu du cuir embouti du piston moteur.

Octobre 1890.