

## LE NOUVEAU FREIN ÉLECTRO-PNEUMATIQUE DE M. CHAPSAL

Par A. HUBERTI

INSPECTEUR AU CHEMIN DE FER DE L'ÉTAT BELGE  
PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE BRUXELLES

---

Les lecteurs du *Bulletin* auront lu avec intérêt, dans le numéro de mars <sup>(1)</sup>, la description du nouveau frein électro-pneumatique de M. Chapsal. Les différences qu'il présente avec son aîné <sup>(2)</sup> sont notables et de nature, me semble-t-il, à le faire considérer comme un frein nouveau.

En dehors de leur but commun — simultanéité d'action sur tous les véhicules du train — et du moyen général employé pour atteindre ce but, — combinaison des actions électrique et pneumatique, — les deux dispositifs sont complètement distincts non seulement dans leurs détails, mais dans le principe même de leur fonctionnement.

Dans le premier frein, le rôle de la valve électrique de serrage était de produire dans la conduite générale, à la fois sous chaque voiture, une dépression locale mettant en jeu la triple valve : le serrage à fond était obtenu après une série d'oscillations ou de balancements du piston de cet organe ayant pour effet d'établir progressivement le serrage.

Dans le nouveau frein Chapsal, la fonction de la valve électrique est tout autre : elle agit, en effet, sans aucune intervention de la triple valve, pour faire passer l'air comprimé directement du réservoir auxiliaire dans le cylindre à frein. Le système électrique est donc en réalité un deuxième frein placé à côté du pneumatique et fonctionnant indépendamment de celui-ci ; ce deuxième frein n'est pas automatique.

Cette nouvelle conception, que je me propose d'examiner dans ce qui va suivre, fait tomber mon objection relative à l'épuisement des réservoirs, puisque le piston de la triple valve reste en haut de sa course et laisse donc ouverte la communication entre la conduite générale et le réservoir.

<sup>(1)</sup> Page 481.

<sup>(2)</sup> Voir la note de M. Seguela sur le frein électro-pneumatique de M. Chapsal, dans le numéro de janvier du *Bulletin*, p. 72.

Cette différence fondamentale explique suffisamment comment j'ai pu appliquer, avec raison je pense, au premier frein Chapsal, la qualification de *lent*, qui est tout à fait inexacte pour le nouveau frein.

Il n'y a pas un grand intérêt à revenir sur cette question, puisque le premier type paraît être abandonné ; mais mes observations ont été interprétées et commentées d'une manière si bizarre (1) que je ne puis me dispenser de remettre les choses au point.

Les chiffres donnés par M. Seguela nous apprennent qu'avec le premier frein Chapsal le serrage s'obtient en 3 secondes sur la 21<sup>e</sup> voiture ou plus exactement sur une voiture quelconque, que ce soit la 10<sup>e</sup> ou la 50<sup>e</sup>. D'autre part, nous savons que le fonctionnement rapide du frein Westinghouse amène le serrage à fond sur le 50<sup>e</sup> véhicule en 2 1/2 à 3 secondes. Or, la durée de la propagation de la dépression dans la conduite générale étant *sensiblement* proportionnelle à la longueur de cette conduite, le même serrage à fond sera obtenu sur le 25<sup>e</sup> véhicule en 1 1/4 seconde et sur le 10<sup>e</sup>, en 1/2 seconde.

La rapidité d'action des deux freins peut donc être considérée comme la même dans le cas d'un train de 50 wagons ; mais avec le frein Chapsal, elle est constante et indépendante de la longueur, tandis qu'avec le frein pneumatique elle est double pour un train de 25 et quintuple pour un train de 10 wagons. Or, le chiffre de 25 unités étant rarement dépassé dans la composition des trains de voyageurs, n'est-il pas exact de dire que, dans le service courant des voyageurs, la rapidité d'un serrage d'urgence du Westinghouse est pour le moins égale au double de celle d'un serrage à fond du frein Chapsal (1<sup>er</sup> type)? Il y a assez loin, on le reconnaîtra, de là à l'interprétation qui a été donnée de mon appréciation sur la lenteur relative du frein Chapsal.

Et à ce sujet je remarquerai que la distinction que je fais avec bien d'autres, entre un serrage d'urgence et un serrage à fond, loin d'être subtile, répond très clairement à la réalité des faits. Les mots « serrage à fond » correspondent simplement à l'idée d'une application des sabots sur les roues avec toute l'énergie disponible, quel que soit d'ailleurs le temps employé à produire cet effet et le mode de graduation par lequel on y est arrivé. Les mots « serrage d'urgence » ajoutent à cette idée celle d'un serrage obtenu dans le temps le plus court possible. Ce sont là des choses absolument distinctes, et je crois qu'il y a toujours intérêt à désigner des choses distinctes par des mots différents.

(1) Voir le *Bulletin* de mars, p. 488 : « Réponse aux réflexions de M. Huberti, etc. », par G. LESOURD.

La remarque qui précède cesse naturellement d'être applicable au nouveau frein. A raison même du principe différent sur lequel il repose, la rapidité peut être augmentée presque indéfiniment en agrandissant convenablement les passages. Toutefois, cet agrandissement me paraît être limité — sans que j'aie d'ailleurs les éléments nécessaires pour apprécier dans quelle mesure — par les nécessités de la modérabilité.

Après cette parenthèse, j'aborde l'objet propre de cette note.

## I

Le nouveau frein de M. Chapsal laisse debout mon objection la plus grave, à savoir l'emploi d'un frein soustrait au contrôle *permanent* de l'automatisme. Pour bien préciser la portée de cette objection que je considère comme capitale, je serai amené à entrer dans quelques détails sur lesquels il m'avait paru superflu d'insister dans ma première note.

L'automatisme, si discutée à l'origine des freins continus, ne l'est plus guère aujourd'hui et presque tout le monde s'accorde à la considérer comme une condition essentielle d'un bon frein continu. Mais pour qu'elle remplisse pleinement son but, qui est d'exercer sur l'état du frein un contrôle permanent, il ne suffit pas que l'automatisme soit en quelque sorte *latente*, c'est-à-dire mise en jeu par des organes qui ne fonctionnent que de temps en temps; il importe que sa mise en action soit liée au fonctionnement ordinaire et régulier du frein : en d'autres termes, il faut que ce soit le frein automatique qui intervienne effectivement dans toutes les opérations du freinage.

Cette condition est rigoureusement remplie dans le frein pneumatique — Westinghouse et autres analogues — par cela même qu'il est un frein unique. Chaque arrêt, chaque ralentissement fournit donc un contrôle de l'état du frein.

En sera-t-il de même avec le frein électro-pneumatique? Je pense que l'on peut sans hésiter répondre négativement. Le frein électrique sera réglementairement employé pour la descente des pentes et j'incline à croire qu'il en sera presque toujours de même pour les arrêts et les ralentissements ordinaires. Et l'on se demande vraiment pourquoi il en serait autrement, la facilité de manœuvre et la délicatesse de réglage qu'il permettra d'obtenir, étant un des grands avantages du frein Chapsal.

Pour qu'il en fût autrement, il faudrait que l'usage du pneumatique fût

prescrit pour certains arrêts et certains ralentissements. Et à supposer que cette prescription existât, serait-elle observée? La chose est à tout le moins fort douteuse et il semble bien plus probable que le mécanicien, pour éviter des secousses qu'il peut redouter par l'emploi d'un appareil exigeant une certaine habitude qu'il n'aura pas, continuera à se servir du frein électrique. L'automatisme, sans être suspendue, n'existera donc en quelque sorte qu'à l'état latent. On peut évidemment différer d'appréciation sur ce point, mais si la nôtre est exacte, il en résultera que le frein pneumatique restera inactif pendant un temps plus ou moins long, pourra subir des avaries sans que le machiniste s'en aperçoive et faire défaut au moment où il devra servir. Il n'existera donc en réalité, pour parer à cet inconvénient, que l'essai direct avant le départ.

Avec le Westinghouse, cet essai est si simple, si facile et si sûr, qu'il n'y a aucune raison pour supposer qu'il ne le fera pas régulièrement. Il suffit, en effet, que le chef de gare ou son délégué constate que tous les freins se serrent et se desserrent pour être en mesure d'affirmer que le frein est en bon état. Cette vérification, qui se pratique en service courant sur les lignes de l'État belge, demande d'ailleurs très peu de temps.

Avec le frein Chapsal, il ne suffit plus au chef de gare de constater que les freins se serrent ou se desserrent; il faut qu'il s'assure, *en même temps*, que le commutateur qui donne à volonté l'action électrique ou l'action pneumatique est bien placé. Il est donc nécessaire de recourir à l'intervention de deux personnes *responsables*, dont l'une sera sur la machine pendant que l'autre vérifiera le serrage et le desserrage des freins des voitures. Indiquer les conditions de cet essai, n'est-ce pas montrer combien il est moins pratique que l'essai du frein pneumatique simple et combien il est à craindre qu'il ne se fasse pas complètement? Il va de soi que le frein électrique, par cela même qu'il est un frein distinct du pneumatique, constitue une sécurité complémentaire, *si on admet, à priori, que le frein pneumatique est toujours en bon état*. Mais là est précisément la question.

Je sais parfaitement qu'on ne discute pas une question de frein comme un théorème de géométrie et qu'à côté des meilleures raisons, il reste toujours de la place pour une appréciation personnelle.

Je puis résumer la mienne en disant que le seul fait de la coexistence de deux freins — dont l'un non automatique, et par conséquent d'une sûreté de fonctionnement très relative, sera d'un usage régulier, tandis que l'autre, l'automatique, le seul sur lequel on puisse compter, ne sera appelé à fonctionner qu'en

cas de danger — est de nature à compromettre la sécurité en enlevant toute certitude sur l'état du frein automatique. En d'autres termes encore, je considère comme défectueuse toute disposition rendant inactifs les organes qui concourent à l'automatisme.

## II

Une autre face de la question est celle de la modérabilité au desserrage. J'ai dit que la nécessité des desserrages progressifs répondait à des préoccupations fréquentes chez les ingénieurs français, ce qui est indéniable, et non qu'elles étaient *spéciales aux ingénieurs français*, ce qui impliquerait que partout ailleurs qu'en France, elles sont considérées comme vaines. Quant à savoir si ces préoccupations sont partagées par tout le monde et même par la généralité des ingénieurs, il me paraît que les faits permettent de répondre négativement. Le développement des freins à vide en Angleterre tient, je pense, à des causes qui n'ont rien de commun avec la modérabilité, et l'argument tiré de l'esprit pratique des Anglais en cette matière me paraît fort sujet à caution.

J'ai dit aussi que la nécessité de la modérabilité au desserrage résulte de vues théoriques dont la valeur est discutable. C'est ce point que je veux examiner maintenant.

On me concédera sans peine, j'espère, que je n'ai jamais entendu condamner la modérabilité au desserrage *en elle-même*. Il est trop évident que si elle est obtenue sans faire perdre au frein aucune de ses qualités, elle ne peut être qu'avantageuse. Mais ce qu'il faut mettre en regard, c'est sa valeur pratique et les inconvénients que l'on est amené à accepter pour la réaliser.

Recherchons donc quelle peut être la nécessité des desserrages progressifs dans les trois cas qui se présentent : après un serrage gradué (correspondant à un ralentissement, un arrêt ordinaire d'exploitation, etc.), après un serrage d'urgence, et pour la descente des pentes.

Je continuerai à prendre pour exemple le frein Westinghouse à action rapide dont l'ensemble comporte les triples valves à accélérateurs et le robinet du mécanicien à décharge égalisatrice, parce que c'est le type que j'ai sous la main et qui m'est le plus familier.

*Desserrage progressif après un serrage gradué.* — J'ai dit que le robinet à décharge égalisatrice permettait de graduer la pression au serrage avec une précision dépassant de loin les besoins de la pratique. Je n'ai pas cru devoir

insister sur ce fait que les expériences directes faites au chemin de fer de l'État belge et la pratique courante de ce réseau a depuis longtemps mis hors de doute pour nos ingénieurs. Mais puisqu'il paraît contesté, je reproduis ci-dessous quelques-uns des diagrammes que j'ai sous la main.

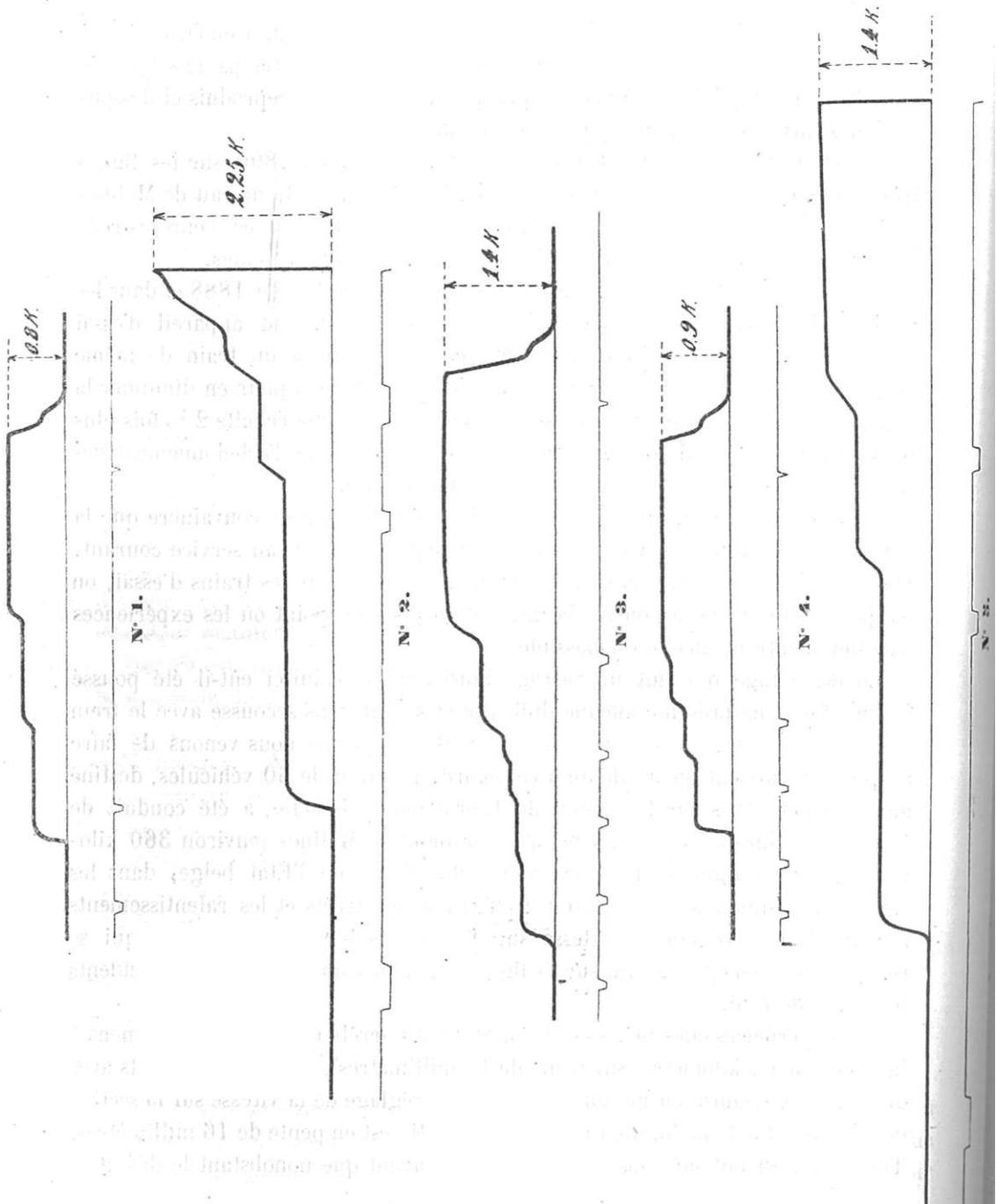
Les n<sup>os</sup> 1 à 5 se rapportent à des expériences faites en 1890 sur les lignes très accidentées du Luxembourg et sur celles relativement de niveau de Malines à Termonde et de Malines à Louvain. Ils ont été relevés avec l'enregistreur Kapteyn dans le fourgon de queue d'un train d'essai de 50 véhicules.

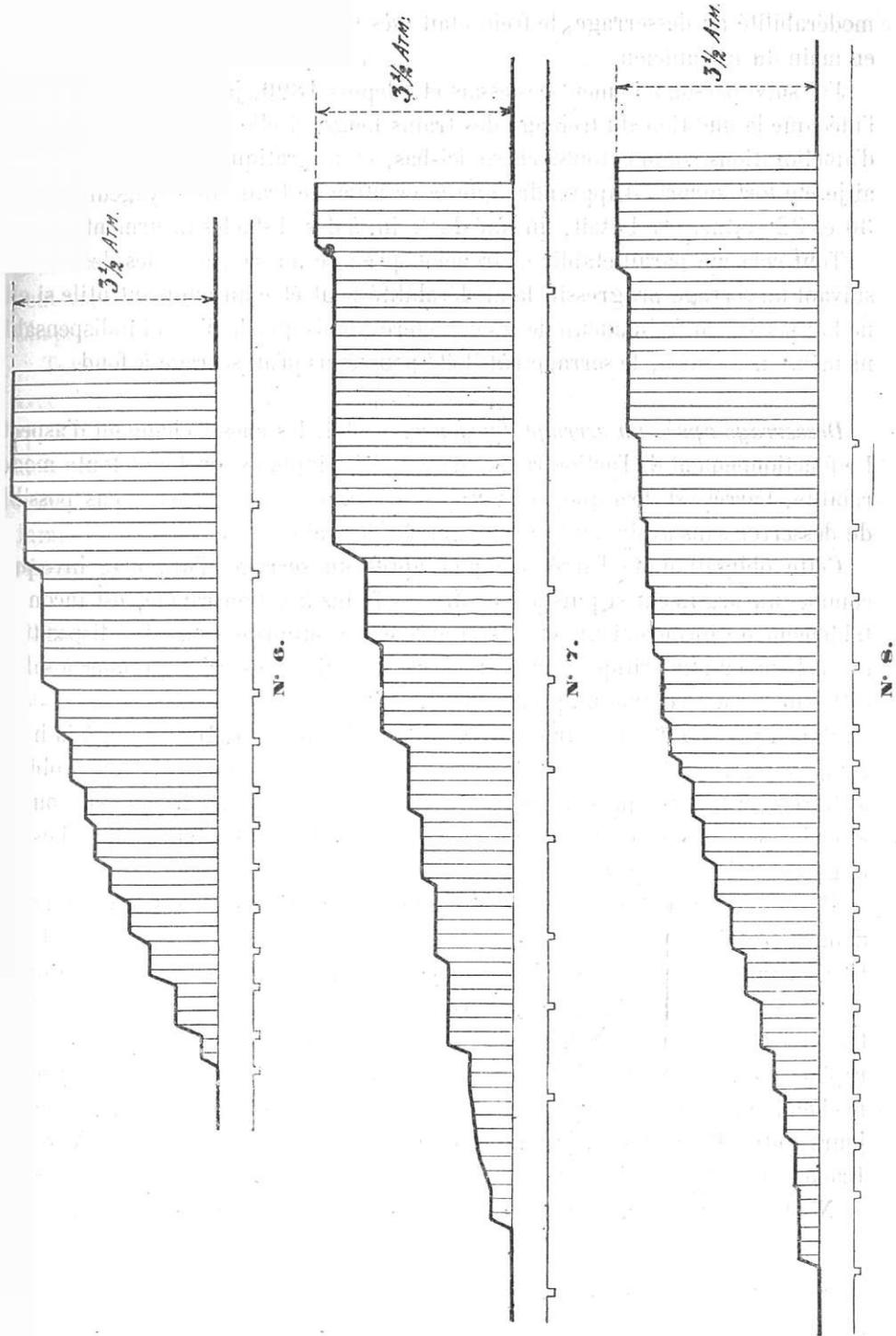
Les n<sup>os</sup> 6, 7 et 8 sont relevés à l'exposition de Bruxelles en 1888 et dans les ateliers de la Compagnie Westinghouse en 1893, sur un appareil d'essai comportant un développement de tuyaux correspondant à un train de même longueur. Ces trois derniers diagrammes ont été condensés pour en diminuer la longueur, c'est-à-dire que les abscisses ont été tracées à une échelle  $2\frac{1}{2}$  fois plus petite environ que celle des originaux. Au point de vue de l'échelonnement des dépressions, cette modification n'a aucune importance.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur les figures pour se convaincre que la graduation de l'effort dépasse ce qui peut être nécessaire au service courant. On voit, d'ailleurs, que dans les diagrammes relevés sur les trains d'essai, on n'a jamais été amené à pousser la graduation jusqu'au point où les expériences d'atelier montrent qu'elle est possible.

Le desserrage qui suit un serrage ainsi gradué, celui-ci eût-il été poussé jusqu'à fond, ne présente aucune difficulté et se fait sans secousse avec le frein pneumatique seul. Les expériences de 1890, auxquelles nous venons de faire allusion, ne laissent aucun doute à cet égard. Le train de 50 véhicules, destiné aux essais effectués sur la section de Libramont à Jemelle, a été conduit de Malines à Libramont et ramené de Libramont à Malines (environ 360 kilomètres) sur la ligne la plus accidentée du réseau de l'État belge, dans les conditions ordinaires d'exploitation : effectuant les arrêts et les ralentissements réglementaires, réglant sa vitesse sur les pentes de 16 millimètres qui se rencontrent à chaque instant sur la ligne et tenant compte de tous les incidents imprévus de route.

Les expériences elles-mêmes ont comporté des arrêts d'urgence (notamment à la vitesse de 65 kilomètres sur pente de 16 millimètres), des ralentissements avec desserrage et remise en marche sans arrêt, le réglage de la vitesse sur la section de Libramont à Jemelle, dont une notable partie est en pente de 16 millimètres. Tout cela s'est fait sans aucune difficulté, prouvant que nonobstant le défaut de





modérabilité au desserrage, le frein était très maniable et le train parfaitement en main du mécanicien.

J'ai suivi personnellement ces essais et, depuis 1890, je m'étais accoutumé à l'idée que la question du freinage des trains longs, si elle est susceptible encore d'améliorations comme toute chose ici-bas, était pratiquement résolue. Aussi, ai-je été fort surpris d'apprendre que la création de trains de voyageurs de 25, 30 et 32 voitures se butait, du côté du frein, à des obstacles insurmontables.

Tout cela me paraît établir clairement qu'en ce qui concerne les desserrages suivant un serrage progressif, la modérabilité peut être un adjuvant utile si elle ne fait perdre au frein aucun de ses caractères, mais qu'elle n'est ni indispensable ni même nécessaire, le serrage eût-il été poussé jusqu'au serrage à fond.

*Desserrage après un serrage d'urgence.* — Ici, les choses changent d'aspect. Le fonctionnement de l'action rapide dans le Westinghouse excluant toute modérabilité, l'arrêt est brusque, les buttoirs se compriment et il n'est pas possible de desserrer sans avoir, au préalable, arrêté le train.

Cette obligation de l'arrêt complet après un serrage d'urgence, invoquée comme un argument si puissant contre les freins à action rapide, est incontestablement un inconvénient, et si l'on arrive à la supprimer par des dispositions qui échappent aux critiques que je viens de formuler, je serai le premier à saluer cette innovation comme un progrès réel.

Mais il y a loin de là à admettre, malgré l'opinion de M. Desdouits, à la haute compétence duquel je rends d'ailleurs hommage, que « le serrage rapide, obligatoirement poussé jusqu'à l'arrêt, est incompatible avec le service courant » et les manœuvres de toute nature que l'on doit exécuter aux approches des « gares et dans les gares ».

Il ne faut pas oublier, en effet, que le serrage d'urgence est un serrage de danger et qu'en dehors des essais, faits au départ et à chaque arrêt notable, l'action rapide n'est mise en jeu que quand la nécessité de s'arrêter vite prime toutes les autres et relègue au second plan les inconvénients d'exploitation résultant de l'arrêt obligatoire. Quant au fonctionnement intempestif de l'action rapide que l'on paraît si fort redouter, l'expérience déjà très longue acquise par le chemin de fer de l'État belge, avec ses trains de messageries circulant tous les jours entre Bruxelles et Ostende et avec les trains de la ligne d'Anvers à Bruxelles si chargée de trafic, montre qu'ils ne sont aucunement à redouter.

N'est-ce pas, enfin, une véritable confusion de mots que de donner le nom

de « double manœuvre du frein » à deux positions de la poignée du robinet à décharge égalisatrice correspondantes à deux effets différents? La poignée se manœuvre de gauche à droite d'abord jusqu'à la position de marche, puis en passant par la position neutre jusqu'aux divers degrés de graduation et, enfin, *toujours dans le même sens, c'est-à-dire par une continuation du même mouvement*, jusqu'à la position de serrage d'urgence : un cran d'arrêt limite d'ailleurs si nettement la position de serrage gradué qu'il faudrait de la bonne volonté pour amener intempestivement à fond de course la poignée du robinet. Si on peut appeler cela « une double manœuvre du frein », il me paraît que le robinet Chapsal mérite tout autant, sinon beaucoup plus, le même reproche.

Tous les trains qui circulent sur la ligne de Bruxelles à Anvers fonctionnent avec l'accélérateur constamment ouvert, et s'il n'en est pas de même sur les autres lignes du réseau, c'est que le montage du frein à action rapide sur les moteurs et sur le matériel n'est pas complet. L'État belge a commencé à dessiner cette application sur sa ligne la plus chargée, et l'expérience lui ayant surabondamment prouvé qu'elle ne présente aucun inconvénient, il l'étendra au reste du réseau dès que cela sera possible.

*Descente des longues pentes.* — Pour la descente des longues inclinaisons, la modérabilité, sans être indispensable à la sécurité, apparaît comme vraiment désirable pour assurer, plus facilement qu'avec le frein pneumatique seul, la régularité de la marche. Pour donner satisfaction aux ingénieurs qui redoutent les variations de vitesse trop grandes sur les pentes, la Compagnie Westinghouse a proposé, sans néanmoins en préconiser beaucoup l'emploi, une valve de retenue qui maintient une pression de 1 kilogramme dans les cylindres à frein pendant l'alimentation des réservoirs. J'ignore si cette solution a reçu des applications pratiques quelque peu étendues.

Bien supérieure est l'application à la locomotive et au tender d'un frein direct qui peut être gradué, avec une grande délicatesse dans un sens et dans l'autre, et servir de régulateur au frein automatique des voitures. Si les renseignements qu'on m'a donnés sont exacts (je n'ai pas eu l'occasion de les vérifier par moi-même), cette solution si simple, si efficace et si peu coûteuse serait appliquée aux trains de la Méditerranée italienne pour la descente du versant méridional du mont Cenis : cette Compagnie aurait monté sur les locomotives et les tenders faisant ce service, le frein Henry du Paris-Lyon-Méditerranée. Le frein Chapsal pourrait évidemment être utilisé de même. Cette combinaison modérable, qui,

m'a-t-on dit, fonctionne très bien et permet de maintenir sur les pentes une vitesse constante, me semble remédier d'une manière simple, pratique et peu coûteuse, à l'insuffisante modérabilité des freins pneumatiques sur les pentes. Elle a l'avantage de maintenir le frein automatique en constante activité et de ne faire appel au frein supplémentaire que là où il est vraiment utile.

---

J'ai terminé ces trop longues réflexions auxquelles je me suis efforcé de conserver le caractère général que j'avais en vue. Le lecteur qui aura eu la bienveillance de me suivre jusqu'au bout en aura, j'espère, compris la portée, et jugera sans doute que le cas particulier du frein Chapsal n'a été pour moi qu'une occasion de développer certaines vues d'ensemble qui me paraissent avoir un intérêt réel dans la question si importante du freinage.

J'estime donc qu'il serait sans aucun intérêt, pour les lecteurs du *Bulletin*, de reprendre paragraphe par paragraphe la note des objections qui m'ont été faites et dont j'ai d'ailleurs rencontré les principales au cours de ce qui précède.