

# Le Génie civil. Revue générale des industries françaises et étrangères...

Le Génie civil. Revue générale des industries françaises et étrangères.... 1926/10/16.

**1/** Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :

- La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

[CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE](#)

**2/** Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

**3/** Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

**4/** Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

**5/** Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

**6/** L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

**7/** Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter [reutilisationcommerciale@bnf.fr](mailto:reutilisationcommerciale@bnf.fr).

Un certain nombre de forages de contrôle, pratiqués au droit des principales crevasses, ont ramené des carottes de bitume compact atteignant jusqu'à 1<sup>m</sup> 40 de longueur; un de ces trous a recoupé dix fissures d'une hauteur de 0<sup>m</sup> 05 à 0<sup>m</sup> 45, toutes remplies de bitume.

Une autre application du procédé a été faite pour étancher des fissures causant des fuites importantes en aval d'un grand barrage. On a percé dans le roc en amont de l'ouvrage un trou de sonde qui a atteint la fissure principale à une quarantaine de mètres de profondeur, et l'on a pompé du bitume à une pression d'environ 10 kg/cm<sup>2</sup>, ce qui a arrêté complètement les fuites. On a poussé la pression jusqu'à 40 kg, par surcroît de précaution, et refoulé ainsi le bitume jusqu'à refus. Depuis, l'étanchéité du sous-sol de l'ouvrage est demeurée constante.

*Comparaison avec l'étanchement au ciment.* — 1° La fluidité du bitume lui permet d'atteindre sûrement toutes les petites crevasses en relation avec un même forage, et de les remplir sur une grande longueur. Le ciment, faisant prise assez rapidement, ne peut aller aussi loin et ne produit qu'un bouchon assez court; aussi faut-il plusieurs sondages pour obtenir avec le ciment les résultats qu'un seul donnerait avec le bitume;

2° La totalité du bitume injecté concourt au barrage, même si la crevasse est le siège d'un fort courant, tandis que dans ce cas le ciment est délavé en pure perte dans une forte proportion;

3° Si l'injection au ciment est interrompue, ne fût-ce que quelques minutes, le ciment fait prise dans le trou et dans le tube, et il faut percer un nouveau trou. Au contraire, l'injection au bitume peut être interrompue, au besoin plusieurs mois (en cas de crue par exemple), le matériel laissé en place et l'opération reprise sans autre précaution que de faire circuler le courant de chauffage dans les tuyaux pendant un temps suffisant;

4° Le matériel et le personnel sont sensiblement moins importants pour le bitume que pour le ciment; le prix des deux produits est équivalent, au moins aux Etats-Unis.

Il résulte de ces considérations que, même en tenant compte du prix plus élevé du bitume en France, son emploi est moins onéreux que celui du ciment, tout en donnant des résultats techniques plus satisfaisants.

P. CAUFORIER,

*Ingénieur des Ponts et Chaussées en retraite.*

## CHEMINS DE FER

### RAILS-FREINS OU RALENTISSEURS DE WAGONS sur les voies de triage.

Sur les premiers faisceaux de triage établis en vue du classement méthodique des wagons d'après leur destination, les opérations se faisaient « au lancer », au moyen d'une poussée exercée sur la queue du train par une machine de manœuvre qui imprimait ainsi à la rame de tête, préalablement dételée, une certaine accélération. Cette rame formée d'un ou de plusieurs wagons destinés à des gares situées sur une même ligne s'engage alors sur la tête du faisceau de classement et s'achemine d'elle-même vers la voie voulue, en franchissant une série d'aiguilles convenablement disposées à cet effet par des aiguilleurs « en campagne ». Le serre-frein convoyeur n'a plus ensuite qu'à arrêter la rame au point voulu, puis à rejoindre le chef de manœuvre.

Le triage « au lancer » est encore en usage dans beaucoup de cas: il suppose un emploi tout spécial de la machine de manœuvre et celui d'un assez grand nombre d'aiguilleurs et de gardes-freins, dont il est évidemment intéressant de réduire autant que possible l'effectif. L'opération même du lancer ne laisse pas que d'avoir de sérieux inconvénients dus aux chocs violents que subissent les véhicules et les chargements. On chercha à les éviter en substituant l'action de la pesanteur à la poussée brutale de la machine, dont le rôle se réduit alors à engager la rame dételée sur une déclivité artificielle obtenue en créant sur le terrain une bosse ou butte de triage. Le train arrive sur une voie de réception où l'on prépare le dételage en détendant les attelages et décrochant les chaînes de sûreté à l'extré-

mité de chaque groupe de wagons appelé à entrer dans la composition d'un même train de nouvelle formation. La locomotive est ensuite dételée et une machine de manœuvre pousse lentement le train sur une rampe donnant accès à la butte, tandis qu'un homme d'équipe placé vers le sommet de la rampe n'a plus qu'à dégager, au moyen d'un bâton, le maillon du crochet d'attelage. A la descente de la déclivité, la rame détachée du train prend une accélération suffisante pour atteindre les points les plus éloignés des voies de classement, malgré les résistances que lui opposeront les courbes et les aiguilles qu'elle rencontrera, et le garde-frein, qui accompagne la rame, n'aura qu'à l'arrêter au point voulu. Au lieu de recourir à des gardes-freins accompagnant les rames, on emploie souvent des *saboteurs* chargés de placer des sabots de frein sur les voies, aux points où les rames doivent s'arrêter.

Ce procédé de triage par la gravité a été considérablement simplifié:

1° Par la suppression des aiguilleurs « en campagne » rendue possible par la concentration de tous les leviers de commande dans un même poste d'où les aiguilles sont actionnées au moyen de transmissions mécaniques, électriques, ou électro-pneumatiques (1);

2° Par la suppression des serre-freins convoyeurs, dont le service peut être assuré au moyen d'appareils dits « freins de voie » servant à ralentir autant que de besoin la marche des wagons lancés à la gravité. Ces appareils, judicieusement répartis sur les voies, sont commandés du même poste et par les mêmes agents que les aiguilles;

3° Par la suppression des saboteurs, grâce à la manœuvre à distance des sabots convenablement répartis sur les voies;

4° Par l'organisation d'un système de signalisation permet-

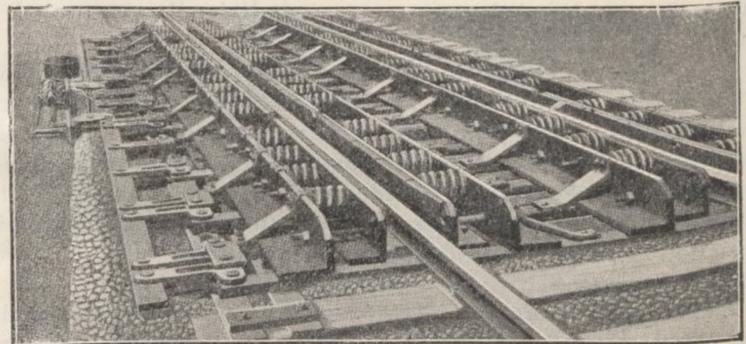


FIG. 1. — Vue du ralentisseur ou rail-frein de l'Union Switch and Signal Co.

tant d'assurer dans les meilleures conditions possibles l'échange des renseignements entre le chef de triage, les agents du poste et le mécanicien de la machine de manœuvre.

La manœuvre à distance des aiguilles du faisceau de classement n'offre rien de particulier: on y applique les procédés ordinaires, en tenant compte toutefois qu'ici les aiguilles sont toujours bien visibles du poste de manœuvre et franchies à faible vitesse; elles ne comportent donc pas l'adjonction d'appareils de verrouillage. Tout au plus, des circuits de voie empêchent dans certains cas de manœuvrer les aiguilles sous les véhicules.

On trouve généralement sur la déclivité même de la butte un premier frein de voie destiné à uniformiser les vitesses avec lesquelles la tête du faisceau de classement sera abordée par les wagons roulant bien et les wagons roulant mal. Les autres freins sont répartis sur les têtes d'épi et les voies de classement de manière à permettre de régler la vitesse en différents points du trajet.

Vers les extrémités des voies sont disposés des *sabots-freins* ou taquets d'arrêt, destinés à arrêter définitivement les wagons. Ces sabots peuvent également être manœuvrés depuis le poste.

Suivant que le wagon roule plus ou moins bien, ou qu'il est plus ou moins chargé, l'action du rail-frein doit être plus ou moins énergique. Dans un premier type de ralentisseurs, c'est le poids même du véhicule qui règle l'intensité du freinage; dans un autre type, l'agent du poste peut faire varier de 1 à 3 l'intensité de la pression exercée par le frein de voie sur les roues et faire intervenir ainsi, dans chaque cas, le freinage convenable

(1) Voir le *Génie Civil* du 24 juillet 1926 (t. LXXXIX, n° 4, p. 69).

pour déterminer le ralentissement nécessaire et obtenir l'arrêt du véhicule au point voulu.

On trouve actuellement en service divers systèmes, dont le plus récent est celui de l'Union Switch and Signal Co. La figure 1 montre la disposition du ralentisseur. Il consiste en deux contre-rails formés chacun de deux fers  $\Gamma$  séparés par de robustes ressorts. La face du contre-rail la plus voisine du rail est revêtue de plaques amovibles faites du même métal que les sabots de frein. La tige du piston d'un cylindre à air comprimé agit sur un jeu de leviers consistant en plusieurs paires de leviers dont les uns poussent le contre-rail extérieur vers le rail, tandis que les autres passent sous le rail et tirent vers lui le contre-rail inté-

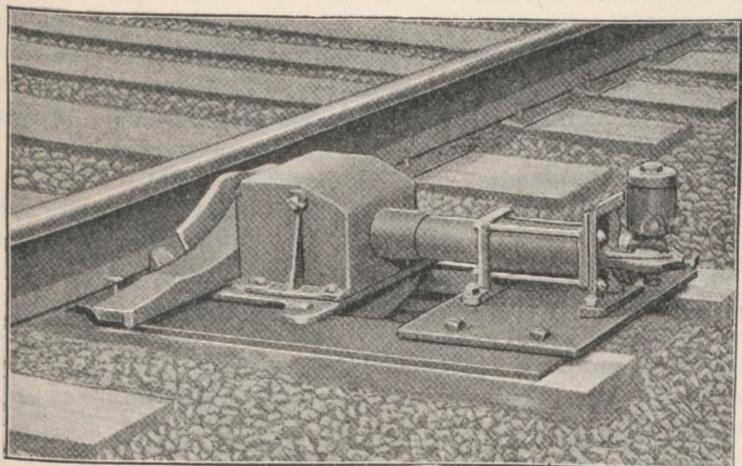


FIG. 2. — Vue du sabot-frein dans la position effacée.

rieur. Ces leviers sont commandés par une barre unique dont le mouvement dans un sens ou dans l'autre est provoqué par la tige du piston du cylindre à air comprimé. La pression sur les deux faces des roues de wagons qui s'engagent sur le ralentisseur est donc fonction de la pression exercée par l'air comprimé sur ledit piston. Cette pression est réglée par un distributeur actionné électriquement par l'agent du poste de manœuvre; elle peut, à volonté, atteindre  $2^{\text{kg}}8$ ,  $5^{\text{kg}}6$  ou  $8^{\text{kg}}4$ . Dans une quatrième position du distributeur, l'air comprimé arrive à l'autre extrémité du cylindre à frein et chasse le piston en sens contraire, comme le ferait un ressort antagoniste : les contre-rails s'écartent alors de nouveau et reviennent à leur position initiale. Afin d'éviter une trop forte consommation d'air, le cylindre à frein comporte

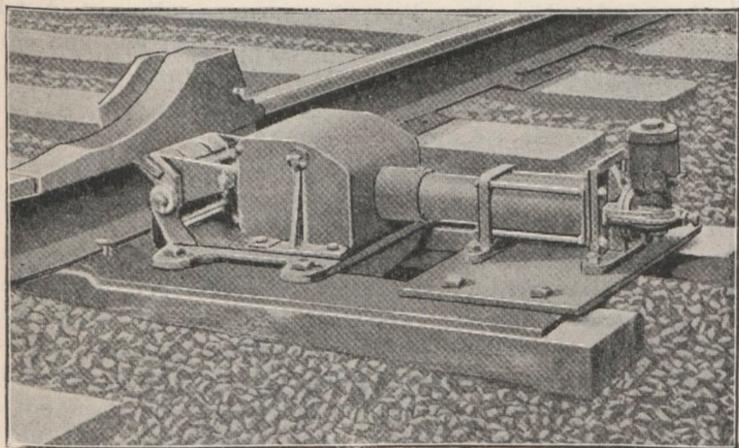


FIG. 3. — Vue du sabot-frein dans la position de freinage.

deux chambres de diamètre différent, dans lesquelles se meut un équipage différentiel formé d'un gros et d'un petit piston montés sur la même tige. Le rappel des contre-rails à la position du desserrage s'obtenant par l'action de l'air comprimé sur la face du petit piston, la consommation d'air correspondant au desserrage se trouve sensiblement réduite.

Les ressorts interposés entre les deux fers qui constituent un même contre-rail servent à bien répartir sur le second fer les pressions exercées sur le premier par les divers leviers, et vice versa, à répartir sur le premier fer et sur lesdits leviers les pressions exercées par les roues.

Ces contre-rails peuvent être appliqués à un seul des rails de

la voie sans qu'il en résulte aucun inconvénient, car l'expérience a démontré que le pivotement des bogies que l'on pourrait redouter en pareil cas ne se produit pas en réalité.

**Sabots-freins.** — Le sabot-frein se compose d'un taquet d'arrêt et d'un appareil servant à placer le taquet sur le rail (fig. 2 et 3). Le taquet s'engage dans une rainure de l'appareil. Dès qu'une roue passe sur le taquet et le fait glisser sur le rail, il coulisse dans la rainure et dégage celle-ci. Un homme d'équipe engage alors un autre taquet d'arrêt dans la rainure de l'appareil, qui est prêt à fonctionner de nouveau. Ces appareils, comme les rails-freins, sont manœuvrés depuis le poste.

**Distributeur.** — Le distributeur du cylindre à air comprimé est commandé par l'un des trois électro-aimants  $r$ ,  $x$  ou  $n$  (fig. 4) ayant un fil de retour commun vers la batterie. En disposant son levier de manœuvre sur le plot correspondant à l'une des quatre pressions qui peuvent régner dans le cylindre à frein,

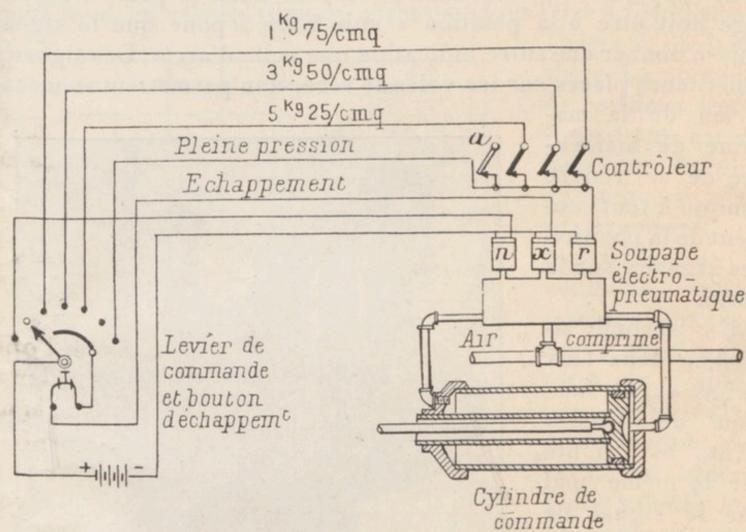


FIG. 4. — Schéma de la commande du ralentisseur de wagons.

l'agent du poste ferme un circuit électrique sur l'électro d'admission  $r$ , qui s'excite et agit sur le distributeur. Celui-ci met alors le réservoir d'air comprimé en relation avec le cylindre à frein dont le piston détermine le rapprochement des contre-rails. Toutefois, la pression dans le cylindre à frein monte seulement jusqu'à ce qu'elle atteigne l'intensité correspondant au numéro du plot sur lequel l'agent a placé le levier de manœuvre. A ce moment, en effet, un commutateur interrompt le circuit, l'électro  $r$  se désexcite, le distributeur interrompt la communication entre le réservoir auxiliaire et le cylindre à frein, et la pression dans ce cylindre cesse d'augmenter.

Pour accroître l'intensité du freinage, l'agent n'a qu'à placer son levier sur le second ou le troisième plot : les mêmes opérations se reproduiront tant que la pression augmentera à partir de celle déjà réalisée.

L'électro d'échappement  $x$  s'excite en même temps que l'électro d'admission  $r$ , de sorte que la lumière d'échappement se ferme en même temps que s'ouvre la lumière d'admission. Cet électro  $x$  est d'ailleurs excité, quel que soit le plot sur lequel repose le levier de manœuvre, sauf cependant s'il s'agit du plot d'extrême gauche.

En ramenant son levier sur ce dernier plot, l'agent desserre complètement le frein; car, dans cette position du levier, l'électro  $x$  est désexcité, tandis que l'électro  $n$  est excité. L'air s'échappe donc du cylindre à frein, mais il est admis sous le petit piston de l'équipage et les contre-rails s'écartent l'un de l'autre.

Au lieu du desserrage complet, l'agent du poste peut aussi effectuer un desserrage partiel. Il suffit pour cela qu'il appuie sur un bouton-poussoir disposé sur le levier de manœuvre : l'électro  $r$  sera mis en court-circuit et la vidange du cylindre à frein se poursuivra tant qu'on appuiera sur le bouton; mais, dès que l'on cessera d'appuyer, l'air affluera de nouveau dans le cylindre jusqu'à rétablissement dans celui-ci de la pression correspondant au numéro du plot sur lequel se trouve placé le levier de manœuvre.

Dans la position normale de desserrage, tous les électros sont désexcités.

*Commutateur.* — Le dispositif servant à couper le circuit de l'électro *r* aussitôt que la pression désirée est obtenue dans le cylindre à frein, est représenté sur la figure 5. Les contacts sont établis par des ressorts formés par des tubes creux de forme circulaire, comme ceux employés dans les manomètres métalliques, et qui sont en communication avec le cylindre à frein. Quand la pression dans ce cylindre, et par conséquent dans les tubes, augmente, les ressorts tubulaires se déforment. Il est donc facile de disposer les contacts de façon qu'à chacun des quatre degrés de déformation des ressorts corresponde la fermeture d'un circuit déterminé.

*Signalisation.* — Les mouvements vers la butte de triage sont commandés par des signaux. On dispose à cet effet, vers le sommet de la butte, un feu à trois couleurs commandé du bureau du chef de triage et qui donne quatre indications : *vert* pour la marche rapide, *jaune* pour la marche lente, *rouge* pour l'arrêt, *rouge et jaune* pour la marche arrière.

Un appareil d'enclenchement disposé dans le poste d'aiguillage doit être à la position « voie libre » pour que le signal puisse donner une autre indication que celle d'arrêt. Des signaux répéteurs placés sur les voies de réception permettent au mécanicien de la machine de manœuvre de se rendre compte à tout moment de la position des signaux sur la butte.

Un second signal, à deux feux dirigés vers le faisceau de classement, est monté sur le même mât que le signal de butte. Son feu vert commande la marche, son feu rouge l'arrêt. Il s'adresse aux machines qui pourraient circuler sur les voies de triage et chercher à franchir la butte. Aussi est-il enclenché avec l'appareil principal de commande.

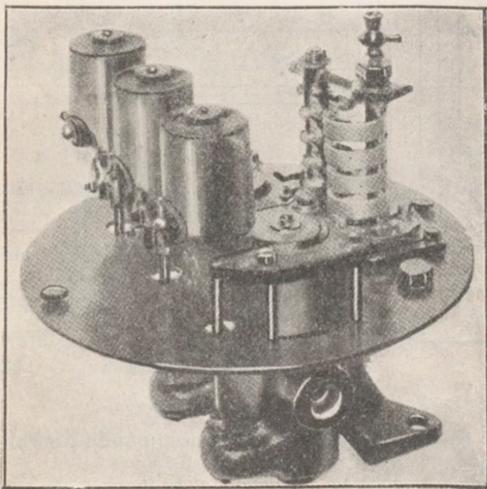


FIG. 5. — Régulateur de pression et soupapes de contrôle d'un ralentisseur de wagons.

*Manœuvres.* — La manœuvre des freins de voie est simple : des bulletins d'aiguillage sont préparés de la manière habituelle d'après les lettres de voiture que possède le chef de train à son arrivée sur les voies de réception, et dont copie est fournie au chef de triage et au chef de poste.

Le bulletin indique les numéros et le nombre des wagons formant une même coupure, dans l'ordre où ils seront poussés sur la butte, ainsi que la voie sur laquelle les coupures doivent être dirigées. Il indique également si le wagon est vide ou chargé, et dans ce cas quelle est la charge approximative ou en quoi elle consiste (sable, minerai, charbon, etc.). En possession de ce bulletin, l'agent du poste dirigera aisément chaque wagon ou groupe de wagons sur la voie voulue et réglera sa marche au moyen des ralentisseurs, de manière que l'accostage s'effectue à une vitesse suffisante pour l'accouplement automatique des véhicules, mais assez modérée pour éviter tout dommage aux chargements.

Des haut-parleurs disposés dans les cabines et dans le bureau du chef de triage assurent dans de bonnes conditions la transmission de tous les ordres nécessaires. L'éclairage des voies est assuré par des projecteurs.

On trouvera ci-dessous quelques détails sur les installations de rails-freins réalisées à la gare de Northbound-Markham, de l'Illinois Central Railway (E.-U.).

*Installations de la gare de triage de Markham.* — Le faisceau de réception comporte 12 voies dont la plus longue peut recevoir 110 wagons, la capacité totale du faisceau étant de 1 040 wagons. Le faisceau de classement comporte 79 voies dont 60 réservées au classement : la plus longue de ces voies peut recevoir

40 wagons et la capacité totale du faisceau est de 2 570 wagons. Le faisceau de départ se compose de 10 voies d'une capacité totale de 800 wagons, chacune pouvant en recevoir 80.

Des paliers mobiles du dernier type munis d'appareils de contrôle sont ménagés sur la bosse. La hauteur de celle-ci peut être modifiée en surélevant, au moyen d'une manœuvre hydraulique, le palier mobile qui peut ainsi prendre cinq positions différentes correspondant respectivement à des conditions atmosphériques déterminées.

La gare est éclairée par des batteries de projecteurs disposées sous des tours métalliques de 25<sup>m</sup> 50 à 36<sup>m</sup> 50 de hauteur. Ces tours sont au nombre de 10 et l'éclairage permet de manœuvrer la nuit comme le jour.

Quand la gare fut projetée, le procédé de triage le plus moderne comportait l'emploi d'aiguilles manœuvrées à distance par un seul poste pour toute la gare. Les appareils consistant en aiguilles à commande électropneumatique furent mis en construction, ainsi que les tables à boutons-poussoirs et les canalisations d'air habituelles.

Cependant, avant l'achèvement du faisceau de classement, M. Georges Haunauer, vice-président de l'Indiana Harbor Belt Railway, avait déjà amplement établi les avantages pratiques des ralentisseurs de wagons électropneumatiques employés sur son triage de Gibson. Pour faire bénéficier le triage de Markham des installations les plus perfectionnées, il fut donc décidé d'y installer également des rails-freins, et les dispositions utiles furent prises à cet effet.

L'installation comporte outre les rails-freins, les aiguilles à manœuvre dynamique, les appareils à manœuvre dynamique pour la pose des taquets d'arrêt, les appareils de commande groupés dans cinq postes surélevés, disposés en divers points de la gare, les transformateurs électriques et les compresseurs d'air.

Le nombre des rails-freins, leur emplacement et les déclivités à prévoir pour les voies ont été déterminés par les ingénieurs de l'Illinois Central. Les déclivités sont telles que, dans les meilleures conditions de roulement, la vitesse d'un véhicule ne s'accroisse plus après son passage sur le dernier ralentisseur. L'appareillage a été fourni par l'Union Switch and Signal Co et installé avec son concours par le service de signalisation de l'Illinois Central. Le système de ralentissement électropneumatique comporte 121 rails-freins formés de 2 130 mètres de rails, 69 aiguilles à manœuvre dynamique et 65 appareils à manœuvre dynamique pour la pose des taquets d'arrêt.

La table de commande de l'ensemble des rails-freins, aiguilles et sabots-freins dépendant d'un même poste, est disposée de telle sorte, que l'opérateur — assis ou debout — ait une vue complète sur tous les véhicules en mouvement. La rangée supérieure des commutateurs (analogues à des commutateurs téléphoniques) commande les appareils servant à poser les taquets d'arrêt. Les deux rangées du milieu commandent les freins-rails. Chaque commutateur a six positions : ouvert, fermé, et une pour chacune des quatre pressions à réaliser pour obtenir le serrage convenable des contrerails. Les commutateurs que l'on aperçoit sous la table servent à commander les aiguilles en campagne. Ils sont à deux positions : l'une pour l'aiguille normale, l'autre pour l'aiguille renversée. Un plan des voies affiché dans le poste indique l'emplacement des rails-freins, des taquets d'arrêt et des aiguilles (ces dernières en position normale) qui dépendent du poste. Chacun de ces appareils porte le même numéro sur le plan et sur la table de manœuvre, de sorte qu'il est facile à l'opérateur de se rendre compte de ce qu'il fait.

L'usine produisant la force motrice comporte des compresseurs d'air, la batterie d'accumulateurs qui fournit l'énergie nécessaire pour la commande de la manœuvre des aiguilles, des rails-freins et des taquets d'arrêt, les transformateurs et appareils de mesure, etc. Les deux compresseurs d'air d'une capacité de 10<sup>m</sup> 6 sont actionnés par un moteur triphasé de 440 volts, 60 périodes et pourvus d'un dispositif de contrôle coupant automatiquement le courant dès que le maximum de pression est atteint. Un seul de ces compresseurs suffit à tous les besoins ; le second sert de réserve.

La gare de triage de Northbound-Markham est ouverte depuis le 26 mars 1926. Le service s'y fait en deux équipes dont chacune peut trier 1 200 à 1 600 wagons.

Une installation analogue, quoique moins importante, avait été faite en 1925 à la gare de triage de Gibson, de l'Indiana Harbor Belt Railway. Le tableau suivant donne un résumé des opérations effectuées dans cette gare : en février 1924 avant la pose des ralentisseurs, et en février 1925 après l'installation de ces appareils.

Nature des opérations	Nombre		Coût	
	Fév. 1924	Fév. 1925	Fév. 1924	Fév. 1925
			\$	\$
Nombre de wagons triés . . . . .	42 534	45 283	»	»
Température moyenne . . . degré.	- 1	- 1	»	»
Heures de machines . . . . .	1 840	1 138	19 320	14 149
Heures de conducteurs . . . . .	696	648	577,68	537,84
Heures d'aiguilleurs et de serre-freins . . . . .	14 192	2 787	10 927,84	2 145,99
Heures d'aiguilleurs en campagne . .	3 480	0	2 053,20	0,00
Heures de visiteurs de freins . . . .	58	0	400,00	0,00
Heures d'aiguilleurs employés dans les cabines à la manœuvre des rails-freins . . . . .	0	3 360	0,00	3 124,80
Heures pr la transmission des ordres .	0	270	0,00	122,50
Entretien . . . . .	»	»	0,000	1 758,05
Force motrice . . . . .	»	»	0,00	1 124,73
Accidents au personnel . . . . .	»	»	2 263,00	35,25
<b>TOTAUX . . . . .</b>			<b>35 541,72</b>	<b>23 018,16</b>
Prix moyen du triage par wagon . . . . .			83,6 cents	50,8 cents
soit une économie de 32,8 cents sur 83,6 ou 39 %.				

L'économie annuelle, en admettant que le trafic mensuel reste constant et égal à celui de février, ressortirait à 193 587 dollars contre une dépense de premier établissement de 500 000 dollars qui pourrait donc être amortie en moins de trois ans.

Les avantages de l'installation des freins de voie peuvent en définitive se résumer ainsi :

- 1° Suppression de tous les serre-freins convoyeurs ;
- 2° Accroissement de la capacité de triage de la butte, grâce à la suppression de tout retard provenant de l'attente du retour des convoyeurs au sommet de la butte. L'expérience prouve qu'avec les rails-freins il suffit de deux équipes pour trier autant de wagons qu'on le faisait auparavant avec trois équipes ;
- 3° Réduction des avaries survenant au matériel et aux chargements ;
- 4° Réduction des accidents de personnes ;
- 5° Réduction du personnel de surveillance, puisqu'on n'a pas à se servir des freins des véhicules et qu'il est inutile, par suite, de les vérifier avant le triage ;
- 6° Réduction du nombre des aiguillages supplémentaires nécessités par le passage sur la butte de wagons non freinés en même temps que de wagons freinés.

J. NETTER.

## PHYSIQUE INDUSTRIELLE

### LES COMPRESSEURS D'AIR A PISTONS

En France, avant la guerre, la plupart des compresseurs d'air étaient entraînés par des moteurs à vapeur, tandis que les compresseurs réinstallés dans les houillères victimes de l'invasion (1) sont à commande électrique. Comme la concentration de l'extraction dans des fosses puissamment outillées nécessite la production de grandes quantités d'air comprimé, on a été amené, pour assurer aux outils pneumatiques les plus éloignés un fonctionnement satisfaisant, à adopter pour les nouveaux compresseurs une pression de 7 kg. Les conséquences de cette augmentation de pression ont été une augmentation sensible de l'énergie

(1) Voir, au sujet de la restauration des houillères françaises sinistrées, le *Génie Civil* des 22 et 29 août 1925 (t. LXXXVII, n° 8 et 9, p. 161 et 186).

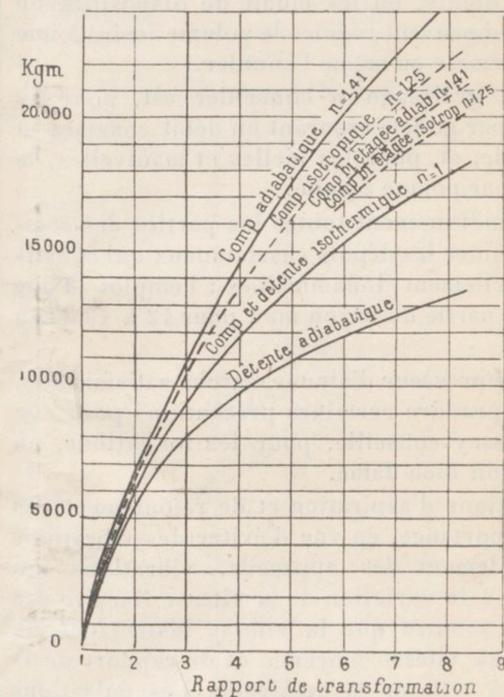
dépensée et une diminution du rendement de l'installation, double inconvénient qu'on a pu atténuer en soignant particulièrement les joints de la canalisation.

On utilise, pour la compression de l'air, soit des appareils à pistons, soit des machines centrifuges. Dans la *Revue de l'Industrie minière*, du 15 septembre, M. L. Lahoussay, chef des Services techniques du Comité des Houillères de France, publie une étude sur les compresseurs d'air à pistons, que nous nous proposons de résumer.

L'électrification généralisée des sièges et leur alimentation en courant triphasé à 50 périodes nécessitaient évidemment l'entraînement de ces machines par des moteurs triphasés. La pratique a montré que, pour la bonne tenue des clapets des compresseurs à pistons, il n'est pas avantageux de dépasser 300 t/m. Avec du courant à 50 périodes et des appareils tournant normalement à 3000 tours, il a fallu adopter des moteurs de 11 à 13 paires de pôles, donnant au synchronisme des vitesses de 275 à 230 t/m. On sait que la compression de l'air dans un cylindre s'effectue sensiblement suivant la loi  $p v^n = \text{constante}$ , avec  $1 \leq n \leq 1,41$  pour les deux valeurs limites, correspondant l'une à l'isotherme,

l'autre à l'adiabatique. La première de ces deux transformations est de beaucoup la plus avantageuse, mais pratiquement irréalisable, et la nécessité, avec les machines modernes à grande vitesse, de refroidir par circulation d'eau autour des cylindres, conduit à des valeurs de  $n$  comprises entre 1,25 et 1,35.

Pour de gros débits et des pressions de l'ordre de 7 kg effectifs, la compression en deux étages s'impose. On réalise ainsi dans les cylindres des tempé-



Travail de compression et de détente de 1 kg d'air à 20°.

ratures bien moins élevées, tout en réduisant de 10 à 15 % le travail dépensé, ainsi que le montre le graphique ci-dessus.

Pour les vitesses envisagées, comprises entre 200 et 300 tours, et pour des débits dépassant 45 m<sup>3</sup> aspirés par minute, il est nécessaire de répartir le travail de compression entre deux cylindres au moins. Les cylindres peuvent être horizontaux, verticaux ou disposés en équerre. La disposition verticale présente de grands avantages : encombrement horizontal minimum ; réunion sur un même socle du moteur et du compresseur ; diminution des vibrations ; frottements minima des pistons contre les parois des cylindres et, par suite, suppression presque totale de l'ovalisation.

La pratique a montré que les clapets automatiques donnaient de bons résultats. Ils sont cependant la cause de chutes de pression plus ou moins considérables, ayant comme conséquence immédiate un accroissement de travail interne, donc une diminution de rendement de l'appareil. Ce phénomène inévitable est dû à l'inertie des clapets, à la tension des ressorts qui les appuient sur leurs sièges et à la résistance qu'éprouve l'air pour les traverser. Il est facile de réduire au minimum l'effet des deux premières causes ; la dernière est atténuée par l'emploi de clapets multiples (système Hærbiger, Rogler-Hærbiger, Meyer, etc.). La pratique a montré également qu'il était préférable de disposer ces clapets horizontalement.

Pour le refroidissement des compresseurs, l'injection dans les cylindres constituerait un procédé très énergique et très simple, mais impossible avec les compresseurs à grande vitesse ou à gros débit, comme il a déjà été observé. On la remplace par une abondante circulation d'eau extérieure dont l'action refroidis-