

# LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — Chemins de fer : Les locomotives françaises et étrangères à l'Exposition de Bruxelles de 1910 (planches XVIII et XIX), p. 329; L. PIERRE-GUÉDON. — Électricité : L'horlogerie électrique (suite et fin), p. 334; M. BÉACHE. — Hygiène : Décolmateur à succion pour le nettoyage des pré-filtres à sable, p. 337; P. C. — Travaux publics : Phare avec signal acoustique sans gardien, au large de Saint-Pierre (Ile de Guernesey), p. 339. — Variétés : Transmission à retour rapide d'un étai limeur, système Whitworth, p. 340; — La pasteurisation du lait par sa conservation temporaire à une haute température (holding system), p. 340; — L'allumage des cubi-

lots au moyen de chalumeaux à pétrole ou à gaz, p. 341; — Les brise-lames de Vorupør et de Hanstholm (Jutland, Danemark), p. 341.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (22 août 1910), p. 342. — BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 342; — Ouvrages récemment parus, p. 344. — INFORMATIONS : L'équipement des nouvelles usines de la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité, p. 344; — II<sup>e</sup> Congrès international du Froid (Vienne, 6-11 octobre 1910), p. 344.

Planche XVIII : Surchauffeur hélicoïdal en cascade des locomotives compound des Chemins de fer l'Est.

Planche XIX : Locomotive compound du type Pacific des Chemins de fer de l'État.

## CHEMINS DE FER

### LES LOCOMOTIVES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES à l'Exposition de Bruxelles de 1910.

(Planches XVIII et XIX.)

Les nations qui exposent du matériel de chemins de fer et de tramways à Bruxelles sont au nombre de quatre : la France, la

Belgique, l'Italie et l'Allemagne. Les trois premières occupent le hall commun de la classe 32; la quatrième a, au contraire, un pavillon particulier, où figurent tous les objets et produits envoyés à Bruxelles par les exposants allemands.

machines. Remarquons que les locomotives françaises à voie normale se décomposent en six machines à voyageurs et deux machines à marchandises (en dehors de la voiture automotrice du Chemin de fer du Nord). Au point de vue du travail de la vapeur, toutes, sauf la voiture automotrice, sont du système compound à quatre cylindres, et quatre sont à surchauffe, parmi lesquelles une à double surchauffe (celle de la Compagnie de l'Est). Toutes les locomotives à voyageurs (la machine à huit roues couplées du P.-L.-M. est susceptible d'être affectée à ce service) ont un bogie à déplacement latéral, et la locomotive à marchandises de l'Orléans un bissel.

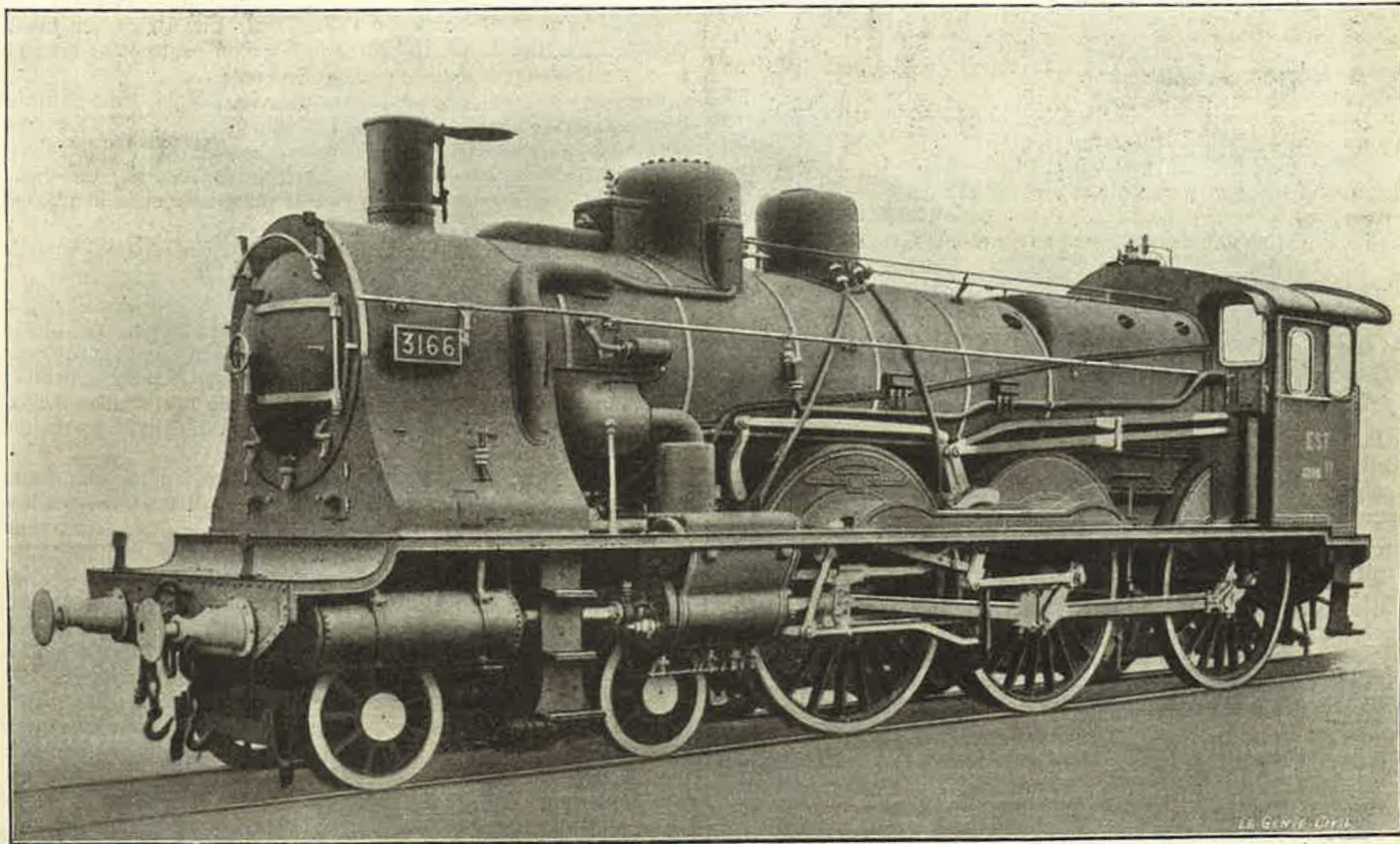


FIG. 1. — LOCOMOTIVE COMPOUND A SURCHAUFFEUR HÉLIÇOÏDAL EN CASCADE DES CHEMINS DE FER DE L'EST.

Belgique, l'Italie et l'Allemagne. Les trois premières occupent le hall commun de la classe 32; la quatrième a, au contraire, un pavillon particulier, où figurent tous les objets et produits envoyés à Bruxelles par les exposants allemands.

L'État, les Compagnies ou les constructeurs français exposent neuf locomotives à vapeur, à voie normale, appartenant aux six grands réseaux français, une locomotive à vapeur à voie étroite pour la Guinée, et une automotrice à voie normale.

Les conditions principales d'établissement des locomotives à voie normale et de l'automotrice à vapeur seront rassemblées dans un tableau d'ensemble que l'on trouvera à la fin de cette étude. Dans ce qui va suivre, nous exposerons les caractéristiques principales de ces diverses

LOCOMOTIVES FRANÇAISES. — Chemins de fer de l'Est. — LOCOMOTIVE N° 3147 COMPOUND DU TYPE TEN WHEEL A SURCHAUFFEUR HÉLIÇOÏDAL EN CASCADE. — La Compagnie des Chemins de fer de l'Est emploie, depuis 1902, pour la remorque de ses trains express et rapides lourds (jusqu'à 400 tonnes), des locomotives à bogie et à trois essieux couplés, après un essai comparatif avec des machines *Atlantic*, du type Nord, sur lesquelles elles présentent, pour la remorque de ces trains, des avantages pour les démarrages et la montée des rampes dépassant 5 millimètres. La Compagnie possède aujourd'hui soixante-dix machines de ce type, toutes du système compound à quatre cylindres et à deux essieux moteurs; quatre de ces machines, celles qui portent les numéros 3147 à 3150, ont été munies d'un sur-

chauffeur Schmidt du type « dans les tubes » et, à la suite des bons résultats donnés par cette modification, les autres machines de la série, à mesure de leur passage aux ateliers d'Épernay, sont munies du même surchauffeur. Une de ces machines à surchauffeur a été en essai pendant environ trois mois au Chemin de fer du Nord, et les résultats en ont été trouvés très satisfaisants.

La locomotive exposée à Bruxelles (fig. 1) a été construite par la Compagnie, dans ses ateliers d'Épernay; elle a été munie, à titre d'essai, d'une disposition particulière de surchauffeur étudiée par les Ingénieurs de la Compagnie, en partant des considérations suivantes (1).

La plupart des surchauffeurs montés sur les locomotives réalisent uniquement la surchauffe de la vapeur vive au sortir du régulateur : ce système conduit à utiliser la vapeur à une très haute température pour augmenter le rendement du moteur, et c'est de là que découlent les principaux inconvénients de la surchauffe.

Or, sur les locomotives compound, il est possible d'effectuer la surchauffe en deux fois, en faisant passer la vapeur vive dans un premier surchauffeur avant son entrée aux cylindres HP, puis la vapeur du réservoir intermédiaire dans un second surchauffeur, avant son admission aux cylindres BP. Cette surchauffe en cascade permet de réduire notablement les températures de la vapeur dans les éléments surchauffeurs; elle diminue les risques de grippage des tiges des pistons et des tiroirs, ainsi que l'échauffement des garnitures; enfin elle utilise mieux la surface de surchauffe dont on dispose.

**Surchauffeur hélicoïdal en cascade.** — La Compagnie de l'Est a appliqué à la locomotive n° 3166 un surchauffeur en cascade de son système hélicoïdal afin de vérifier si les avantages théoriques de cette disposition se réalisent bien en pratique. On s'est, d'ailleurs, réservé la possibilité d'essayer diverses variantes et, au besoin, de revenir très simplement à un surchauffeur HP seulement.

Le surchauffeur réalisé (fig. 1 à 4, pl. XVIII) comprend deux parties qui sont constituées chacune par un collecteur C ou C', et des éléments surchauffeurs T et T'; elles comportent, de plus, un organe commun, l'étouffoir E.

Les deux collecteurs sont réunis en une seule pièce en fonte A, placée à l'intérieur de la boîte à fumée, dans le haut, et près de la plaque tubulaire. Celui qui reçoit la vapeur vive, C, est divisé en quatre chambres, C<sub>1</sub>C<sub>2</sub>C<sub>3</sub>C<sub>4</sub>; deux d'entre elles, C<sub>1</sub> et C<sub>3</sub>, s'ouvrent sur la tubulure d'entrée B du collecteur, les deux autres, C<sub>2</sub> et C<sub>4</sub>, alternées avec les premières, communiquent par leurs deux extrémités avec les deux conduits de départ D et D'.

La vapeur saturée venant du régulateur arrive au premier groupe de chambres, s'écoule dans les éléments surchauffeurs à haute pression T, revient au deuxième groupe de chambres C<sub>2</sub>C<sub>4</sub>, sort du collecteur par les deux conduits de départ et, finalement, se rend aux cylindres HP par deux tuyaux O et O', disposés symétriquement à l'intérieur de la boîte à fumée.

Le collecteur C', recevant la vapeur du réservoir intermédiaire, comporte deux chambres, C<sub>1</sub>' et C<sub>2</sub>', séparées par une double cloison venue de fonte et enterrant une lame d'air isolante : cette disposition a pour but d'empêcher le refroidissement de la vapeur surchauffée BP par la vapeur saturée.

Celle-ci, au sortir de l'échappement HP, entre dans la première chambre C<sub>1</sub>' par deux tuyaux H<sub>1</sub> et H<sub>2</sub> extérieurs à la boîte à fumée, se surchauffe dans les éléments BP, retourne à la deuxième chambre du collecteur, enfin se rend aux cylindres BP par deux tuyaux I<sub>1</sub> et I<sub>2</sub>, disposés symétriquement à l'intérieur de la boîte à fumée.

Ces derniers tuyaux I<sub>1</sub> et I<sub>2</sub> ainsi que les conduits d'admission de vapeur surchauffée aux cylindres HP, traversent la boîte à fumée par quatre coudes en fonte K<sub>1</sub> et K<sub>2</sub>. Deux soupapes de rentrée d'air sont montées, l'une S<sub>1</sub> sur le tuyau d'admission HP de gauche (cylindres HP), l'autre S<sub>2</sub> sur le réservoir intermédiaire (cylindres BP).

L'ensemble des deux collecteurs est fixé à la boîte à fumée par des consoles en fonte. La paroi inférieure des collecteurs, renforcée en conséquence, porte des orifices à section circulaire et rectangulaire. Les uns et les autres font communiquer chacun des collecteurs avec les éléments surchauffeurs correspondants.

Le faisceau surchauffeur comprend :

1° Dix éléments à haute pression T, disposés sur deux rangées horizontales (fig. 2);

2° Onze éléments à basse pression T', encadrant les premiers et placés sur trois rangées; une horizontale et deux verticales.

Chaque élément, logé à l'intérieur d'un gros tube à fumée de 125-133 millimètres, s'arrête à 0<sup>m</sup> 600 du foyer et est constitué par trois pièces distinctes :

1° Un tube extérieur à ailettes extérieures (fig. 2), dont l'extrémité du côté du foyer est fermée de manière à présenter un fond ovoïde, portant au dehors des saillies destinées à le centrer, et dont l'autre extrémité est filetée extérieurement;

2° Un second tube enfilé dans le premier et centré par une cloison en hélice soudée sur son pourtour;

3° Une culasse en acier moulé t<sub>3</sub> (fig. 1, pl. XVIII) comprenant : à l'arrière, une portée cylindrique sur laquelle est vissé le tube extérieur; à sa partie supérieure, une bride cloisonnée qui forme joint sur le collecteur par un fil de cuivre (éléments BP), ou qui porte deux tuyaux d'arrivée et de départ mandrinés dans une bride formant joint, par deux rondelles d'amiante, sur le collecteur (éléments BP). La culasse est divisée en deux compartiments par une cloison sur laquelle est dudgeonné le tube intérieur.

Chaque élément est monté sur l'un ou l'autre des collecteurs par deux boulons à écrous borgnes passant dans les oreilles des culasses pour les éléments BP et dans les brides de fixation pour les éléments HP.

La vapeur saturée à HP ou à BP pénètre, par la chambre antérieure de la culasse, dans chacun des éléments surchauffeurs correspondants; elle parcourt le tube intérieur jusqu'au fond, qu'elle rafraîchit, et s'écoule dans l'espace annulaire compris entre les deux tubes et la surface en hélice. Durant ce trajet, elle lèche la surface métallique du tube extérieur, chauffé directement par les gaz venant du foyer, et celles de l'hélice et du tube intérieur chauffés indirectement par leur contact avec le tube extérieur. Dans le mouvement hélicoïdal de retour, les forces d'inertie des particules de vapeur déterminent un brassage intime et assurent l'homogénéité complète de leur température. La vapeur sort par la chambre postérieure de la culasse.

L'étouffoir E permet de soustraire les éléments surchauffeurs à l'action des gaz chauds lors de la fermeture du régulateur. Il est constitué par un coffre présentant à l'avant trois volets en acier moulé, dont la fermeture se produit par l'action d'un contrepois quand la vapeur ne passe plus dans le surchauffeur.

Deux pyromètres à tension de vapeur saturée, système Fournier, donnent : l'un la température de la vapeur vive sortant du surchauffeur HP, l'autre celle de la vapeur surchauffée du réservoir intermédiaire. Les cadrans des deux pyromètres, montés dans l'abri, sont gradués de 200 à 400 degrés pour le cadran HP et de 70 à 250 degrés pour le cadran BP.

Les autres conditions principales d'établissement de la locomotive sont les suivantes :

**Chaudière.** — La chaudière est à boîte à feu Belpaire à dessus plat; la face arrière, verticale en haut, a été inclinée à sa partie inférieure vers l'arrière, à partir du plan horizontal passant par l'axe du corps cylindrique. Cette disposition a permis d'augmenter la longueur de la grille sans accroître en même temps le poids de la chaudière et l'encombrement de la plate-forme. La boîte à feu est, dans sa partie inférieure, insérée entre les longerons.

Le ciel du foyer est relié à celui de la boîte à feu par des tirants verticaux dont les deux rangées d'avant sont à dilatation. Les entretoises des rangées supérieures sont en bronze au manganèse, toutes les autres sont en cuivre rouge. La grille, formée de groupes de barreaux en fonte présentant des pleins de 9 millimètres pour des vides de 10 millimètres, est inclinée vers l'avant d'une façon suffisante pour que l'action de la pesanteur, jointe aux trépidations de la marche, fasse descendre vers l'avant le combustible chargé à l'arrière près de la porte : cette disposition facilite beaucoup le travail du chauffeur.

La porte du foyer est constituée par un volet plein, en fonte, protégé à l'intérieur à l'aide d'une contre-plaque en tôle; elle s'ouvre vers l'intérieur du foyer, d'un mouvement de bascule, par la manœuvre d'un levier à contrepois.

On remarquera que le faisceau tubulaire de la chaudière comporte, en plus des gros tubes contenant les éléments surchauffeurs et des tubes Serve, 24 tubes lisses de 44 millimètres de diamètre intérieur, donnant une surface de chauffe appréciable.

**Mécanisme.** — Les cylindres HP sont extérieurs et commandent les roues accouplées du milieu; les cylindres BP, disposés plus en avant entre les essieux du bogie, commandent le premier essieu couplé. Tous les tiroirs sont cylindriques, du type américain, modifié par la Compagnie; les distributions, du système Walschaerts, sont indépendantes, et, pour le démarrage, un petit régulateur à tiroir, manœuvré par un levier, permet d'admettre directement la vapeur de la chaudière aux cylindres BP, l'échappement des cylindres HP pouvant lui-même être dirigé dans la cheminée.

Les cylindres, les tiroirs, les pistons et les garnitures des tiges comportent les dispositions spéciales habituellement employées avec la surchauffe. Leur graissage est assuré par deux graisseurs : l'un est à condensation, du système Friedmann, à quatre départs, l'autre un

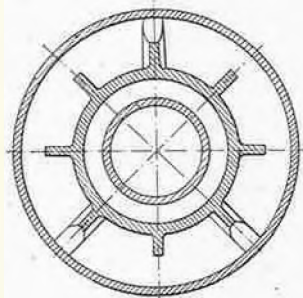


FIG. 2. — Coupe transversale d'un élément surchauffeur.

(1) D'après une notice publiée par la Compagnie de l'Est.

manograisneur, du système Bourdon, à quatre départs également et destiné à remplacer le graisseur Friedmann en cas d'avarie ou de mauvais fonctionnement.

**Châssis.** — Le châssis est formé de deux longerons de 27 millimètres d'épaisseur, intérieurs aux roues; la nécessité d'avoir à l'avant un surécartement pour loger les cylindres BP de 0<sup>m</sup>590 de diamètre a obligé à composer chaque longeron en deux parties, celle d'avant étant rivée à l'extérieur de celle d'arrière sur une longueur de 1<sup>m</sup>300.

L'essieu couplé est du type ordinaire à bras manivelles. Les manivelles motrices de l'essieu coudé BP sont orientées à 180 degrés en avant de celles du même côté de l'essieu moteur HP, de façon à réduire la somme des réactions d'inertie provenant des vitesses des pièces en mouvement. Les contrepoids des roues motrices sont établis de façon à n'équilibrer que les masses tournantes.

Les ressorts de suspension des roues accouplées sont placés au-dessous des boîtes et conjugués deux à deux par des balanciers longitudinaux.

Le bogie est à longerons intérieurs aux roues. Il supporte l'avant de la machine par l'intermédiaire de deux rotules qui s'appuient sur des crapaudines hémisphériques pouvant glisser sur la tôle qui entretoise les longerons en leur milieu. Le pivot fixé au châssis général de la machine entraîne le bogie par l'intermédiaire d'un coulisseau en acier moulé guidé par une coulisse ménagée dans le caisson central du bogie. Le coulisseau peut se déplacer de 55 millimètres de part et d'autre de sa position moyenne; ce déplacement est réglé par deux ressorts antagonistes.

Le frein continu agit, d'une part, sur les six roues couplées, au moyen

d'essieux couplés, lequel formait le premier chiffre du numéro de la machine : ainsi, une machine à quatre essieux couplés appartenait à la série 4000, ou 4100, ou 4200..., le chiffre des centaines se rapportant lui-même à certaine particularité : indication d'emploi de la surchauffe, d'un système de distribution spécial, d'un bissel; ou simplement d'un diamètre différent, soit de roues couplées, soit de cylindres, etc. La nouvelle numérotation permet donc de se rendre compte, en plus du nombre d'essieux couplés, du nombre d'essieux porteurs et de leur emplacement relatif.

**LOCOMOTIVE COMPOUND N° 231-011 A GRANDE VITESSE DU TYPE PACIFIC.** — La locomotive des Chemins de fer de l'Etat (fig. 3 et 4, du texte, et fig. 1 à 5, pl. XIX) est une machine du type *Pacific*, à roues couplées de 1<sup>m</sup>850, portant le numéro 231-011; avec les 49 autres machines actuelles de la série, elle est destinée notamment au service des trains express et rapides sur les lignes accidentées du réseau.

Cette locomotive dérive des machines à bogie à six roues couplées de la série 230-801 à 230-840, construites précédemment par les Chemins de fer de l'Etat, et semblables elles-mêmes aux locomotives de la série 4000 (dix roues, *Ten Wheel*), du Chemin de fer d'Orléans.

On trouvera les principales conditions d'établissement des locomotives 231-001 à 231-050 (fig. 2, et fig. 1 à 5, pl. XIX) dans un tableau d'ensemble qui sera donné dans la deuxième partie de cet exposé.

**Chaudière.** — La chaudière est à boîte à feu Belpaire presque cubique. La paroi de la face arrière est assez fortement inclinée jusqu'à hauteur du ciel de foyer, où elle se redresse verticalement, de manière à

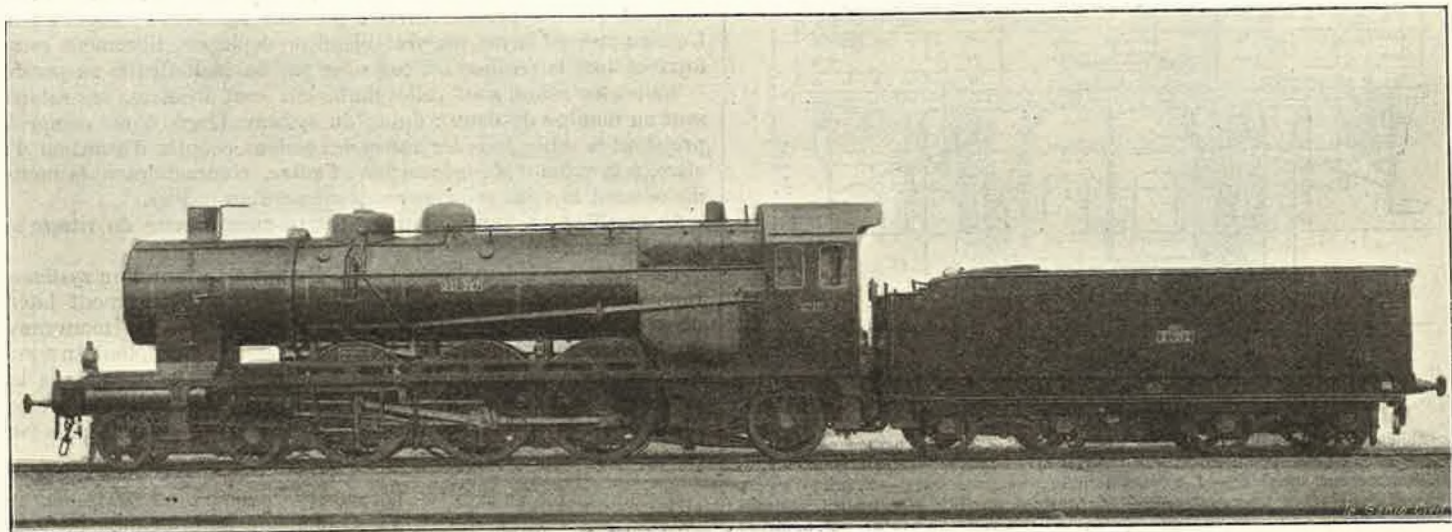


FIG. 3. — LOCOMOTIVE COMPOUND, DU TYPE PACIFIC, DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT.

de six sabots, par deux cylindres verticaux, et, d'autre part, sur les quatre roues du bogie par quatre sabots mus par deux cylindres horizontaux. L'indicateur de vitesse est placé en avant de l'appareil de changement de marche; celui-ci est disposé à gauche dans l'abri : le mécanicien peut mieux ainsi distinguer les signaux que dans l'ancienne position à droite.

**Chemins de fer de l'Etat. — Nouvelle numérotation.** — Cette nouvelle numérotation à six chiffres indique, au premier aspect, à quel type de locomotive : *Atlantic*, *Pacific*, *Consolidation*..., se rapportent les machines. Dans les machines à tender séparé, un premier groupe de chiffres comprend trois chiffres qui sont respectivement : le nombre d'essieux porteurs placés devant les essieux couplés, le nombre d'essieux couplés, le nombre d'essieux porteurs placés derrière les essieux couplés. Le second groupe de chiffres comprend également trois chiffres, qui constituent un numéro d'ordre caractérisant individuellement chaque machine. Ainsi la locomotive n° 231-011 (fig. 3) comporte un bogie à deux essieux à l'avant, trois essieux couplés et un essieu porteur, disposition qui caractérise le type *Pacific*.

Pour les locomotives-tenders, elles reçoivent des numéros de cinq chiffres dont les deux premiers, séparés des suivants par un tiret, définissent le type de la machine, ces deux chiffres étant respectivement égaux : le premier au nombre des essieux couplés, le second au nombre des essieux porteurs.

Les tenders, qui portaient précédemment les mêmes numéros que les machines auxquelles ils étaient accouplés, reçoivent des numéros de quatre ou cinq chiffres tels que le nombre des mille corresponde approximativement à la capacité des caisses à eau exprimée en mètres cubes; le second groupe, de trois chiffres, reproduit le numéro d'ordre de la locomotive.

L'ancienne numérotation était basée uniquement sur le nombre

faciliter l'installation des armatures qui assurent la rigidité dans cette région. L'ensemble de ces armatures est relié par un système de six tirants au corps cylindrique sur le pourtour intérieur duquel ces tirants sont disposés, à peu de distance des parois, suivant un cercle concentrique à la virole d'arrière; de plus, deux tirants réunissent ces armatures à la plaque tubulaire de boîte à fumée. La boîte à feu débordante de chaque côté au-dessus des roues porteuses d'arrière, permettant de donner à la grille une largeur de 1<sup>m</sup>800.

Le foyer est en cuivre. La paroi avant, au-dessous des tubes, est inclinée vers l'arrière, comme la paroi correspondante de boîte à feu, pour éviter les roues couplées arrière. Les lames d'eau sont relativement larges, pour permettre une bonne circulation et un dégagement facile des bulles de vapeur, empêchant la formation de poches de vapeur et la production de surchauffes locales. La porte de foyer s'ouvre en dedans, en pivotant autour d'une charnière horizontale; elle est en retrait du foyer et soustraite en partie, ainsi, à l'action de la flamme et du charbon incandescent. Le foyer est muni d'une voûte en briques de 1 mètre de longueur; la partie mobile de la grille formant jete-feu est disposée à l'avant du foyer. Les soupapes de sûreté, à charge directe, sont placées sur le dessus de la boîte à feu.

Le corps cylindrique comprend trois viroles cylindriques à emmanchement télescopique, avec diamètre décroissant de l'arrière vers l'avant en vue de diminuer le poids; la hauteur de l'axe au-dessus du champignon des rails est de 2<sup>m</sup>820. Le dôme, placé sur la virole médiane, reçoit le régulateur de prise de vapeur, qui est du type à soupape équilibrée; ce régulateur communique par un tuyau inférieur, sortant de la chaudière un peu en arrière de la plaque tubulaire de boîte à fumée, avec les tuyaux d'admission aux cylindres HP descendant d'aplomb aux boîtes à vapeur.

Les tubes à fumée sont lisses et en acier; l'emploi de tubes Serve, plus rigides, aurait pu faire craindre des efforts excessifs sur les

plaques tubulaires. L'échappement est du système à cône mobile du Chemin de fer du Nord; il débouche dans une hotte évasée prolongeant la cheminée à l'intérieur de la boîte à fumée, et comporte à la

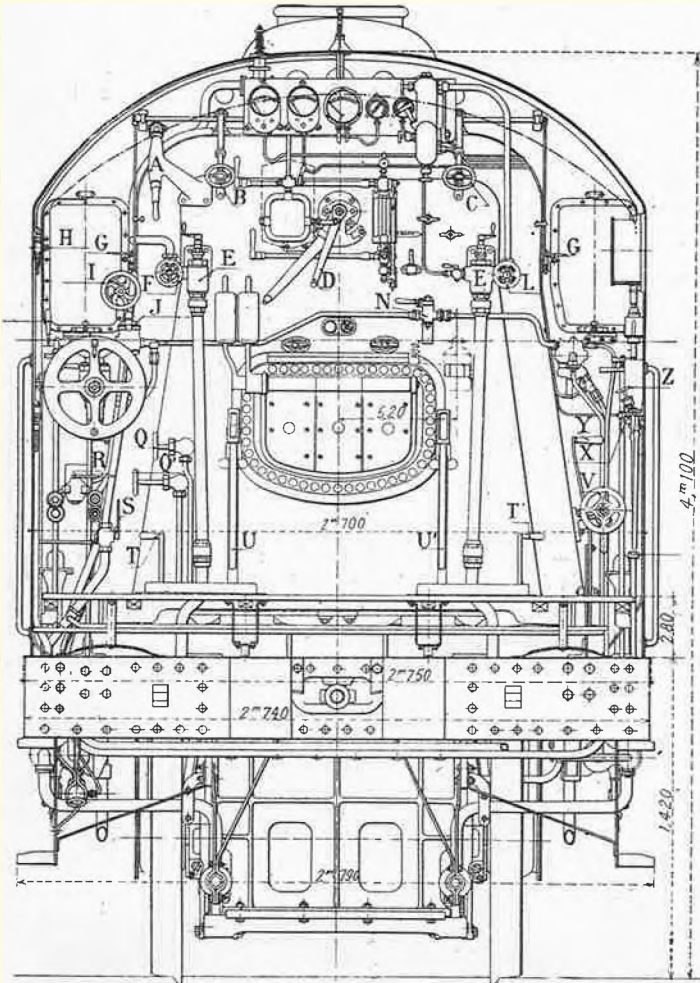


FIG. 4. — Vue en bout de la locomotive compound Pacific des Chemins de fer de l'État.

A, sablière à main; — B, souffleur; — C, pompe à air; — D, prise de vapeur directe; — E, prise de vapeur de l'injecteur; — F, chauffage; — G, sifflet; — H, sablières à air; — I, échappement variable; — J, robinet de frein; — L, graisseur; — N, prise d'air du chauffage; — Q, contre-vapeur HP; — Q', contre-vapeur BP; — R, robinet intercepteur; — S, robinet d'arrêt de la commande; — T, cendriers extérieurs; — T', cendriers intérieurs; — UU', grilles à secousse, côtés gauche et droit; — V, jette-feu; — X, arrosage du combustible; — Y, purgeurs; — Z, arrosage des escarbilles.

partie supérieure la couronne à trous du souffleur. La cheminée est sensiblement dans l'axe du bogie; la porte de boîte à fumée est fortement bombée avec fermeture centrale.

munis chacun de deux bagues élastiques; les pistons BP ont des contre-tiges protégées par des fourreaux en laiton poli contre le refroidissement extérieur. Les tiroirs sont plans et commandés par des mécanismes Walschaerts; les distributions, actionnées par un même volant, sont indépendantes de manière à permettre de faire varier à volonté les admissions relatives dans les cylindres. Le changement de marche est disposé à gauche, laissant au mécanicien une meilleure visibilité des signaux. Les manivelles d'un même côté de l'axe longitudinal de la locomotive sont calées à 180 degrés pour donner un bon équilibrage des mécanismes avec de faibles contrepoids; un appareil de démarrage permet d'employer la marche avec admission directe de vapeur vive aux cylindres BP et échappement des cylindres HP dans la cheminée, pour une mise en vitesse rapide ou un démarrage initial en courbes d'aiguilles ou en forte rampe particulièrement difficiles. Les pistons BP sont de forme tronconique et vissés sur les tiges; les flasques des manivelles de l'essieu coudé sont de forme circulaire permettant de réduire leur largeur et de donner une plus grande longueur aux soies des manivelles.

**Châssis.** — Les longerons ont un petit surécartement au droit des grands cylindres pour le logement de ces derniers, qui sont venus de fonte d'un seul bloc; ils sont, au contraire, rétrécis à l'arrière à partir de la boîte à feu, pour le déplacement de l'essieu porteur. Ils sont entretoisés par la traverse d'attelage avant, par les cylindres BP, sur le massif desquels la chaudière est fixée par sa boîte à fumée, par divers caissons servant d'appui au mécanisme, à la boîte à feu...

Le bogie est du système à supports hémisphériques latéraux avec rappel par ressorts à lame posés de champ; les ressorts de suspension sont indépendants et ils n'ont pas de flèche à leur mise en place. Les ressorts des roues accouplées sont conjugués entre eux et avec ceux de l'essieu porteur arrière par des balanciers longitudinaux. L'essieu arrière forme un vrai bissel se déplaçant librement sous le foyer et dont la position est contrôlée par des biellettes de suspension.

Toutes les roues, sauf celles du bissel, sont freinées. Les sablières sont au nombre de deux: l'une, du système Leach à air comprimé, projetant le sable sous les roues des essieux couplés d'avant ou d'arrière, à la volonté du mécanicien; l'autre, commandée à la main et distribuant le sable sous les roues couplées du milieu.

La machine est munie d'un indicateur-enregistreur de vitesse système Flaman.

Le tender est à deux bogies; celui d'avant est muni d'un système de rappel à biellettes, et peut prendre un certain déplacement latéral, disposition qui permet à l'avant du tender de suivre les mouvements de l'arrière de la machine dans les passages en courbe, tout en servant d'amortisseur. Le rayon de la courbe minimum dans laquelle la locomotive attelée à son tender peut s'inscrire géométriquement, pour une voie surécartée à 1<sup>m</sup>465 entre les bords intérieurs des rails (voies de manœuvres et des dépôts), est de 130 mètres.

**Chemins de fer du Midi.** — LOCOMOTIVE COMPOUND N° 3052, DU TYPE PACIFIC, A SURCHAUFFEUR. — La Compagnie des Chemins de fer du Midi a commencé à faire construire des locomotives *Pacific* en 1906; ces machines sont du système compound à quatre cylindres et à deux essieux couplés, avec manivelles voisines à 180 degrés; les quatre dernières machines qui ont été livrées, 3051 à 3054 (fig. 5 à 10), et dont fait partie la machine 3052 exposée à Bruxelles, sont munies d'un surchauffeur Schmidt du type « dans les tubes »; la Compagnie avait

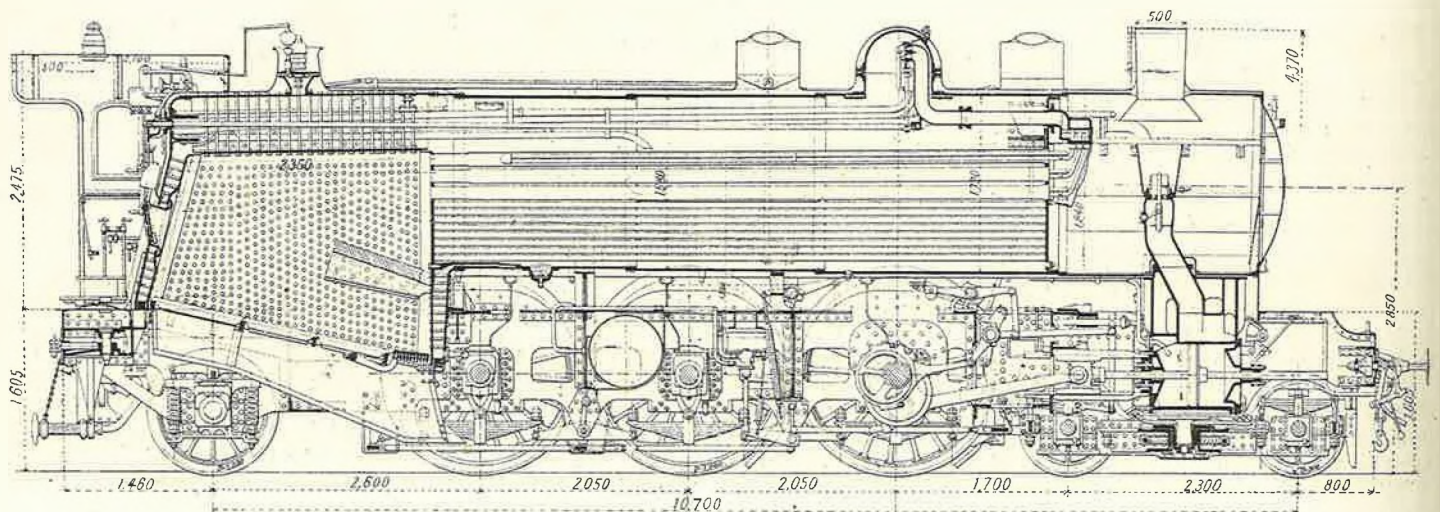


FIG. 5. — Coupe longitudinale de la locomotive compound à surchauffeur, du type Pacific, des Chemins de fer du Midi.

**Mécanisme.** — Le mécanisme comporte deux cylindres extérieurs HP, légèrement inclinés, commandant l'essieu couplé milieu, et deux cylindres intérieurs BP disposés entre les essieux du bogie et dont les pistons attaquent l'essieu couplé avant. Les pistons sont emboutis et

précédemment essayé ce surchauffeur sur deux machines à quatre essieux couplés, munies, par ailleurs, de la distribution Lentz.

Les machines *Pacific* sont en service sur les lignes de Bordeaux à Cette et de Bordeaux à Irun, comportant des rampes de 5 millimètres

par mètre, où elles remorquent jusqu'à 500 tonnes à la vitesse nominale de 80 kilom. à l'heure.

*Chaudière.* — La boîte à feu, à dessus plat, est du type semi-débor-  
dant appliqué également par la Société alsacienne de Constructions

*Surchauffeur.* — Les tubes surchauffeurs s'avancent jusqu'à une distance de 650 millimètres de la plaque tubulaire du foyer; les gros tubes à fumée qui les renferment peuvent être obturés partiellement ou totalement dans la boîte à fumée par un volet à charnière horizon-

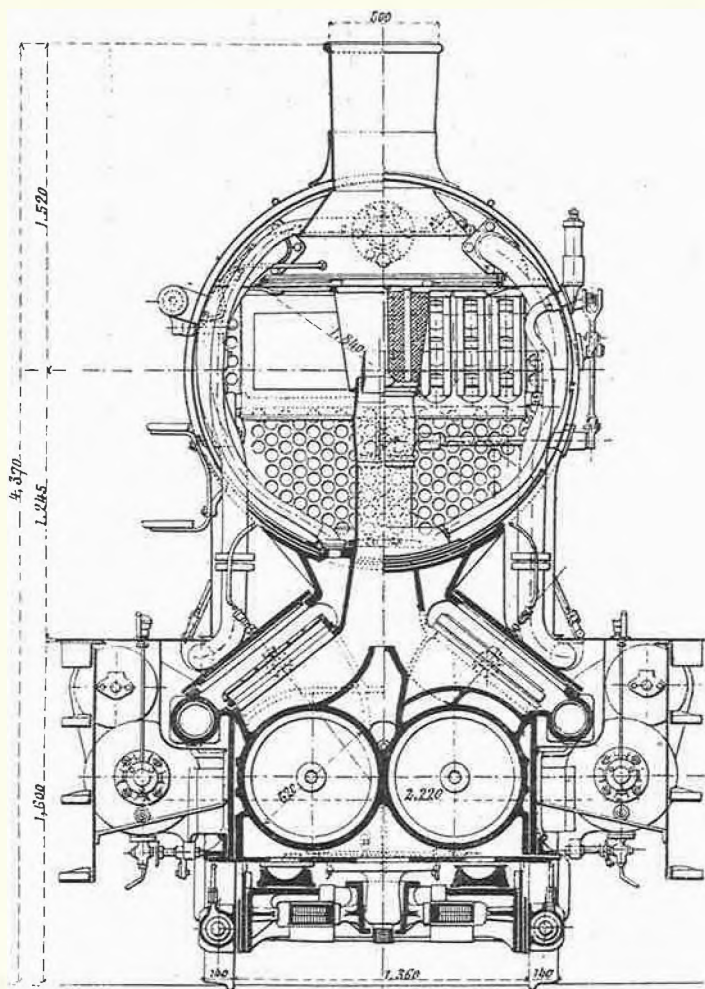


FIG. 6 et 7. — Demi-coupes transversales par l'axe de la cheminée et par les cylindres BP (vue vers l'arrière) de la locomotive compound des Chemins de fer du Midi.

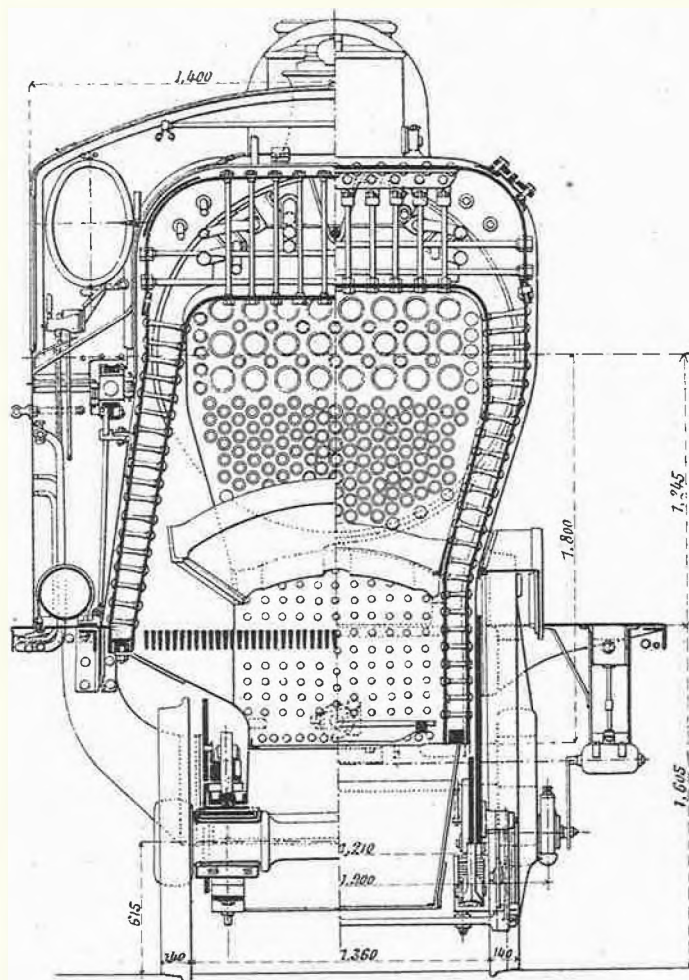


FIG. 8 et 9. — Demi-coupes transversales par l'axe des roues porteuses et par la boîte à feu de la locomotive des Chemins de fer du Midi.

mécaniques aux locomotives *Pacific* du Chemin de fer d'Orléans. Les entretoises du foyer sont en cuivre rouge, plus résistant au feu et au frottement des outils, pour les rangées inférieures, et en bronze au

tale, qu'un contrepoids maintient fermé lorsque le régulateur est fermé, et qui s'ouvre au contraire automatiquement, sous l'action d'un petit servo-moteur à vapeur, dès qu'on ouvre le régulateur. Un volant

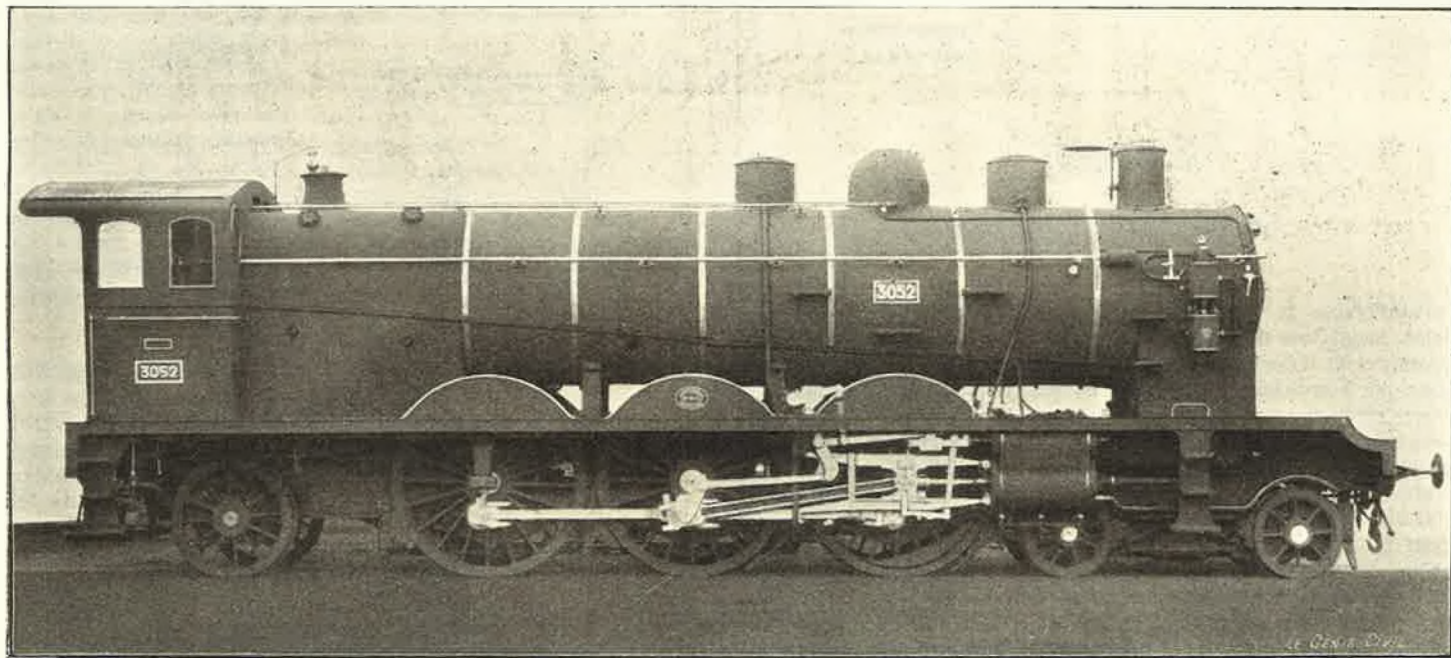


FIG. 10. — LOCOMOTIVE COMPOUND A SURCHAUFFEUR, DU TYPE PACIFIC, DES CHEMINS DE FER DU MIDI.

manganèse, moins cassant sous l'action des efforts de traction et de torsion, pour les rangées supérieures. La porte du foyer, en trois parties, s'ouvre vers l'intérieur en pivotant autour d'une charnière horizontale.

à la disposition du mécanicien lui permet de faire varier l'ouverture de ce volet de manière à régler le degré de surchauffe.

*Mécanisme.* — Les cylindres HP sont extérieurs aux longerons et disposés horizontalement entre les roues du bogie et celles du pre-

mier essieu couplé; ils commandent l'essieu couplé du milieu. Les cylindres BP ont pu être logés entre les longerons, grâce à un surcarterement de ces derniers en avant des cylindres HP; ils sont disposés entre les essieux du bogie et commandent l'essieu couplé avant.

Le rapport des volumes des cylindres HP et BP est seulement de 2,40; il atteint 2,84 dans les locomotives semblables sans surchauffe, où les cylindres HP ont un diamètre de 0<sup>m</sup> 370 au lieu de 0<sup>m</sup> 400.

Les pistons HP sont du système Schmidt à trois gorges distinctes et munis d'une contre-tige; les garnitures sont également du système Schmidt, ainsi que les tiroirs, qui sont cylindriques et à segment élastique unique. Les tiroirs BP sont plans et les pistons correspondants du type ordinaire à deux gorges.

Les cylindres HP sont munis d'une soupape de sûreté sur chaque fond; leurs boîtes à vapeur portent en leur milieu une soupape de rentrée d'air pour faciliter la marche à régulateur fermé.

Les mécanismes de distribution sont du système Walschaerts et indépendants, de manière à permettre d'employer des admissions relatives différentes aux cylindres HP et BP; des appareils d'injection d'eau et de vapeur dans l'échappement permettent l'emploi de la contre-vapeur.

Le graissage des cylindres et tiroirs est assuré par deux graisseurs à condensation, système Galena, envoyant l'huile aux cylindres HP et aux quatre boîtes à vapeur.

**Châssis.** — Les longerons sont en deux pièces rivées l'une sur l'autre à l'endroit de l'échancrure destinée à donner passage à la partie débordante de la boîte à feu et du cendrier; ils sont solidement entretoisés en différents points de leur longueur par les traverses d'attelage, le massif des cylindres BP et différentes entretoises en acier moulé ou en tôles et cornières. Le corps cylindrique repose sur deux supports intermédiaires, et la boîte à feu sur des glissières faisant respectivement partie de l'entretoise en acier moulé placée en avant du foyer et du caisson arrière de la locomotive.

Les ressorts de suspension des roues accouplées sont conjugués par des balanciers longitudinaux; la suspension sur l'essieu porteur d'arrière est constituée par quatre ressorts spiraux conjugués entre eux de chaque côté au moyen d'un balancier prenant son point d'appui sur le sommet de la boîte à huile.

Le bogie est à châssis intérieur et à déplacement transversal pouvant atteindre 45 millimètres de chaque côté et contrôlé par des ressorts à lames conjugués. L'avant de la machine repose de part et d'autre du pivot central sur deux appuis sphériques latéraux.

La locomotive est munie des appareils du frein Westinghouse et freinée par dix sabots, six agissant sur les roues couplées et quatre sur les roues du bogie. Deux sablières, l'une à main l'autre à air comprimé, envoient le sable sous les roues couplées avant et milieu. La locomotive est munie de l'indicateur-enregistreur de vitesse Hausshalter.

**Tender.** — Le tender est à trois essieux et ses caisses et soutes ont des contenances respectives de 20 mètres cubes d'eau et de 5 tonnes de charbon.

L. PIERRE-GUÉDON,  
Ingénieur civil.

(A suivre.)

## ÉLECTRICITÉ

### L'HORLOGERIE ÉLECTRIQUE

(Suite et fin.)

**INTERRUPTEURS ET INVERSEURS DE COURANT.** — Dans nos précédents articles, nous avons décrit sommairement les principaux types d'horloges-mères et d'horloges réceptrices employées pour la distribution d'heure par l'électricité. Nous avons vu que, le plus généralement, les horloges réceptrices actuellement en usage sont de simples compteurs chronométriques fonctionnant par émissions périodiques de courants alternativement inversés. Il peut sembler tout d'abord que rien ne soit plus simple que de faire produire à un mouvement d'horlogerie un contact à un moment déterminé. En réalité, certaines précautions doivent être prises s'il s'agit d'une horloge de précision, dont il est essentiel de ne pas troubler la marche. Il est indispensable, en effet, d'avoir une certaine pression sur les surfaces métalliques de l'interrupteur pour avoir un contact assuré, et il faut que cette pression s'obtienne sans produire, sur le mouvement d'horlogerie, de résistance susceptible d'influencer le fonctionnement.

La solution élémentaire d'une goupille venant en contact avec une lame métallique est incompatible avec une marche de précision. Le plus généralement, on a recours à un dispositif de levier venant s'appuyer sur une came sous l'effet d'un ressort convenablement réglé.

La chute du levier établit le contact au moment voulu et la pente de la came remonte progressivement le levier sans aucun effort brusque et l'arme lentement pour le contact suivant.

Si le courant ne doit durer que quelques instants, comme c'est le cas général, on ne peut demander au mouvement d'horlogerie l'effort nécessaire pour produire en peu de temps le double mouvement du levier. On a recours alors, généralement, à un dispositif de deux leviers analogues à celui que nous avons décrit à propos de l'horloge à remontage David Perret, un de ces leviers produisant par sa chute la fermeture du circuit, le second produisant quelques instants plus tard la rupture. Les deux leviers sont ensuite armés lentement par le mouvement d'horlogerie pour l'émission suivante.

Dans le cas de courants alternativement inversés, la solution est plus complexe. Avec le système Hipp, un véritable commutateur est mû par un mouvement d'horlogerie, et les émissions de courant sont produites au moment voulu par une lame venant s'interposer entre deux lames conductrices formant ressorts. Cette solution peut être réalisée par l'horloge Hipp, en raison de ce que le balancier moteur reçoit des impulsions d'autant plus fréquentes du système électromagnétique qui le met en marche que l'effort demandé aux rouages est considérable. On peut, dans ce cas, produire momentanément une certaine augmentation de résistance dans les mouvements des rouages sans troubler notablement le fonctionnement.

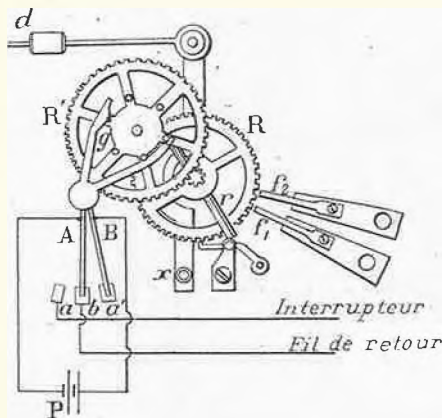


FIG. 43. — Commutateur et interrupteur Hipp.

comme nous l'avons indiqué dans la description de l'horloge Hipp, par un levier d'échappement maintenu appuyé sur le balancier par la goupille  $x$  sous l'effet du contrepoids  $d$ . La roue  $R'$ , conduite par la roue  $R$  et faisant un tour en 12 minutes, porte six goupilles qui viennent agir sur les bras de l'ancre  $g$  à laquelle sont fixés les deux ressorts  $A$  et  $B$  qui forment commutateur avec les plots  $a, a', b$ .

L'interrupteur est formé par le bras isolé  $r$ , dont l'extrémité est garnie de platine, et qui vient s'engager à chaque tour entre les deux lames d'un ressort double  $f_1$ , fermant ainsi le circuit d'une série de compteurs. Une même horloge peut, par plusieurs interrupteurs  $f_1, f_2, \dots$ , actionner jusqu'à huit circuits distincts de réceptrices.

Cette multiplicité de circuits résulte de ce que, dans le système Hipp, les réceptrices sont montées en dérivation et de ce que chaque circuit, par suite, ne peut comporter qu'un nombre restreint de réceptrices, 50 au maximum, en raison de la nécessité de ne pas dépasser 1,5 ampère environ comme intensité de courant pour assurer la conservation des contacts.

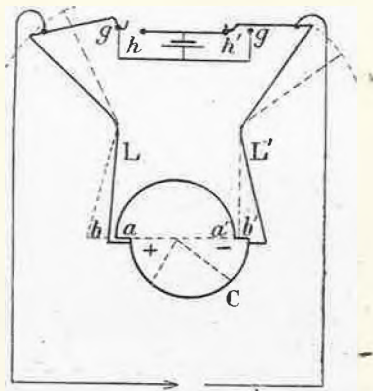


FIG. 44. — Inverseur de courant Brillié frères.

**Inverseur de courant Brillié frères.** — Dans les horloges-mères Brillié frères, un dispositif très simple de came et de deux leviers permet d'obtenir à la fois les émissions et les inversions de courant. La came  $C$  (fig. 44) fait un tour par minute et comporte une rampe et une partie circulaire limitée par deux flancs rectilignes  $a, b, a', b'$  séparées de 174 degrés, de façon à produire exactement à une seconde d'intervalle les chutes des deux leviers  $L, L'$ , dont les becs sont aux extrémités d'un même diamètre.

Chacun de ces leviers a son autre extrémité comprise entre deux goupilles  $g, h, g', h'$ , et vient successivement appuyer sur ces goupilles sous l'effet du mouvement de la came. Les deux goupilles  $g, g'$  communiquent avec le pôle positif de la pile, les goupilles  $h, h'$  avec le pôle négatif.

La simple inspection de la figure montre que la rampe  $ab'$  peut se diviser en trois portions :

(1) Voir le *Génie Civil*, t. LVII, n° 14, p. 264; n° 15, p. 289; n° 16, p. 394, et n° 17, p. 316.







LOCOMOTIVE COMPOUND DU TYPE PACIFIC, DES

