

LE CHAUFFAGE DES VOITURES

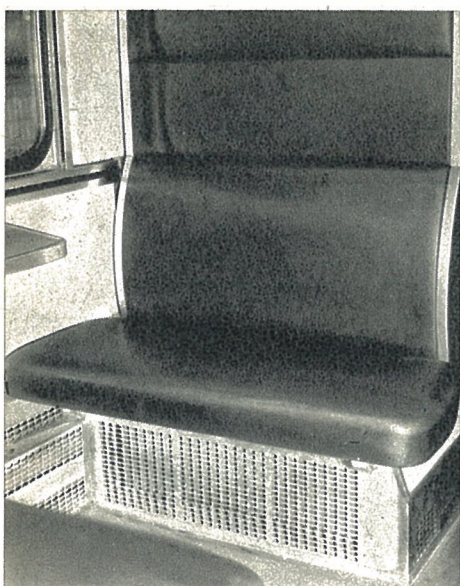


Fig. 1. Radiateur sous banquette.

Chauffage par radiateurs et chauffage par air.

De ces deux modes de chauffage, le plus ancien et le plus répandu à l'heure actuelle est celui qui comporte des radiateurs placés sous les banquettes (fig. 1) ou le long des longs-pans (fig. 2). C'est ainsi que sont équipées les voitures du service intérieur et les anciennes voitures du service international (RIC) de la S.N.C.B.

Le chauffage à air se répand de plus en plus. Il équipe déjà de nombreuses voitures et, entre autres, les nouvelles voitures RIC de la S.N.C.B. En principe, un ventilateur V (fig. 3) aspire l'air à travers un filtre F, le refoule dans une batterie de chauffe B et, de là, dans un gainage G alimentant la voiture. En cas de température extérieure trop basse, le ventilateur n'aspire plus qu'une quantité réduite d'air frais, le reste étant repris dans la voiture (air recyclé).

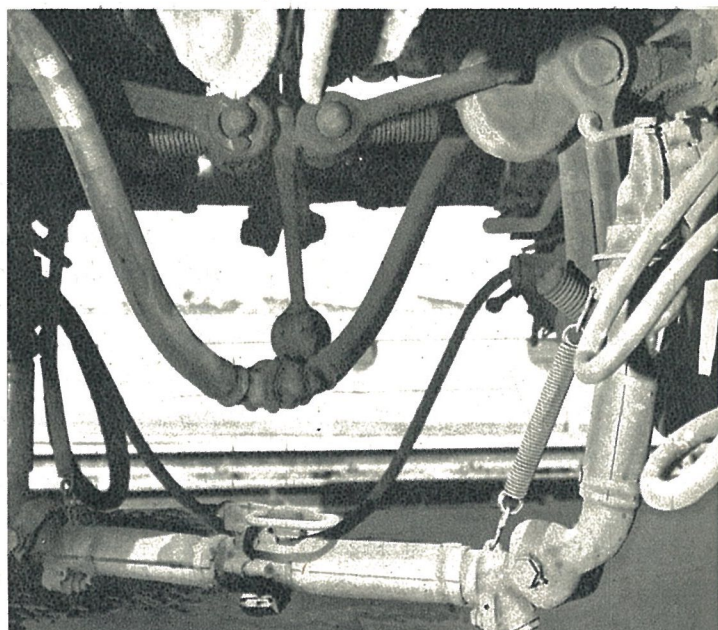


Fig. 4. Robinet d'isolement et accouplement articulé d'un chauffage à vapeur.

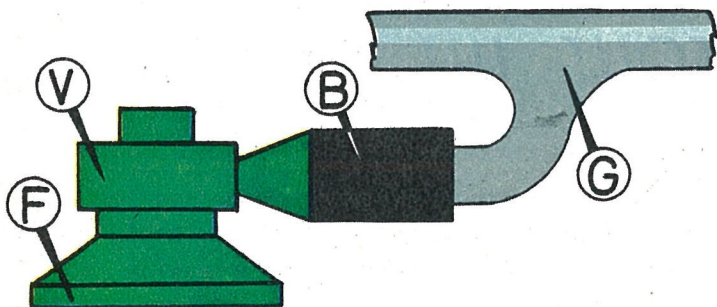


Fig. 3.

Source d'énergie.

Le chauffage peut s'effectuer à la vapeur ou électriquement.

Le chauffage à vapeur reste d'application avec la traction diesel. Nos locomotives diesel assurant la remorque des trains de voyageurs sont équipées de chaudières à vaporisation instantanée, destinées uniquement au chauffage des trains; les pressions sont au minimum de 4 kg/cm² au départ de la chaudière. Des essais sont en cours, sur différents réseaux, pour munir les locomotives diesel d'équipements de chauffage électrique.

Le chauffage électrique est d'application générale sur les lignes électrifiées. Le courant de chauffage est pris à la caténaire (1).

(1) Sauf dans des cas spéciaux comme le T.E.E. Paris-Bruxelles-Amsterdam, doté d'un système de conditionnement d'air, dont nous reparlerons.

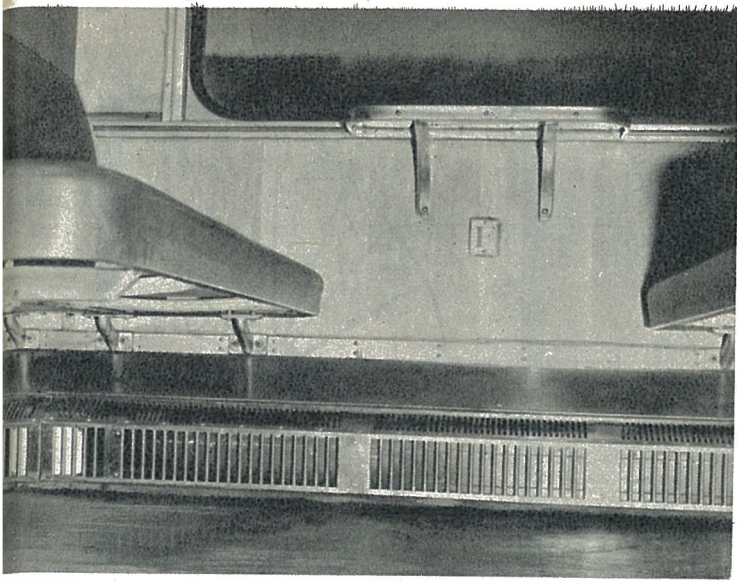


Fig. 2. Radiateur le long des longs-pans.

Si la tension nominale de caténaire dépasse 3.000 V, la tension de chauffage est ramenée à 1.000 V ou 1.500 V au moyen d'un équipement monté sur la locomotive.

Les voitures réservées au service intérieur sont munies d'un chauffage fonctionnant uniquement sous la tension utilisée par le réseau auquel elles appartiennent. En revanche, les voitures RIC, qui doivent pouvoir s'adapter aux différents types d'alimentation des réseaux sur lesquels elles sont appelées à circuler, sont munies d'un dispositif de commutation, actuellement automatisé, qui permet de passer d'un type de courant à l'autre sans arrêt du train.

Alimentation en énergie.

Pour le chauffage à vapeur, chaque voiture est munie d'une conduite générale allant d'une traverse de tête à l'autre. A chacune de ses extrémités, cette

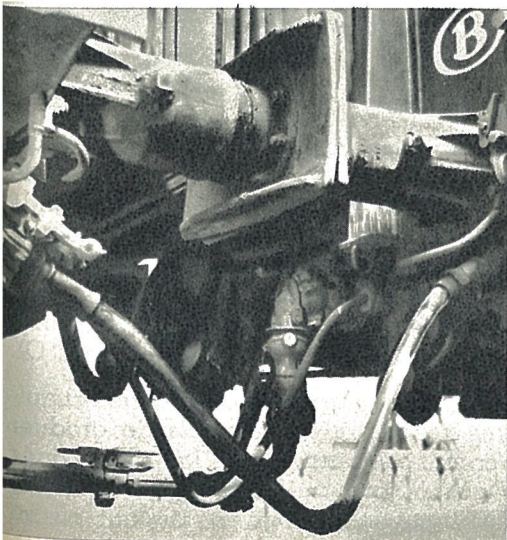


Fig. 5. Accouplement d'un chauffage électrique.

traverse porte un robinet d'isolement et un accouplement articulé (fig. 4) permettant de réunir les voitures entre elles et à la locomotive. Le chauffage s'effectuant à eau perdue, chaque voiture est munie d'un système de purge destiné à évacuer l'eau de condensation. La conduite générale alimente les éléments chauffants par des conduites de dérivation.

De même, pour le chauffage électrique, chaque voiture est équipée d'une conduite principale reliée aux différents éléments chauffants. L'accouplement se réalise au moyen d'un câblot à fiche que l'on introduit dans la boîte d'accouplement du véhicule voisin (fig. 5). La conduite principale alimente la voiture par l'intermédiaire de fusibles de protection et d'un contacteur de commande.

L'énergie à fournir pour le chauffage atteint des valeurs importantes. Voici, pour fixer les idées, l'ordre de grandeur des puissances installées sur quelques

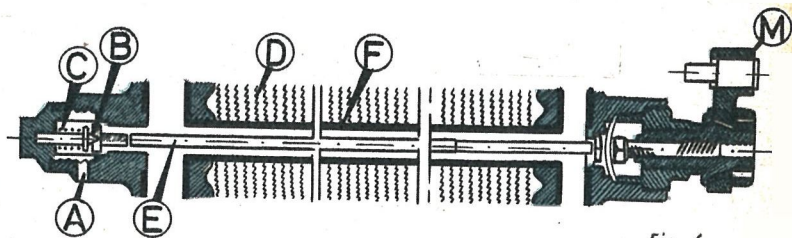


Fig. 6.

véhicules de la S.N.C.B. : 27 kW pour une voiture M2, 27 kW pour une voiture d'automotrice 62, 38 kW pour une voiture-couchettes, 40 kW pour les nouvelles voitures RIC. En ligne, il est rare que ces puissances installées soient utilisées au maximum. Elles sont en effet calculées sur la base de deux types d'exigence : les performances-limites en ligne et la durée maximale du préchauffage. Ainsi, par exemple, pour les nouvelles voitures RIC, on impose comme performance en ligne une température intérieure de 22° C (voiture vide) pour une température extérieure de -20° C et une vitesse de 140 km/h, et, comme durée maximale du préchauffage, 60' pour atteindre une température intérieure de 25° C à partir d'une voiture froide et pour une température extérieure de 0° C. C'est d'habitude l'exigence du préchauffage qui est la plus dure et qui détermine la puissance installée. Pendant le préchauffage, toutes les voitures absorbent la puissance installée ; c'est ainsi, par exemple, qu'une rame de dix voitures RIC absorbera 400 kW, ce qui correspond à une puissance de 545 ch.

Éléments chauffants.

Les radiateurs à vapeur de la S.N.C.B. sont constitués (fig. 6) par des tubes en acier T entourés d'ai-

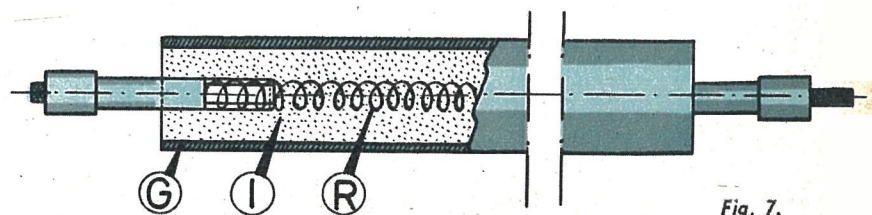


Fig. 7.

ettes D. Ces tubes sont parcourus par la vapeur arrivant par le conduit A. L'arrivée de vapeur est contrôlée par une soupape B qui a tendance à se fermer sous l'action du ressort C et à s'ouvrir sous la poussée de la tige E. Le radiateur, qui n'est fixé que du côté de l'arrivée de vapeur, s'allonge sous l'effet

LE CHAUFFAGE DES VOITURES

de l'échauffement; comme la tige E est constituée d'un métal à allongement très faible en fonction de la température, la soupape B finit par se fermer pour une température donnée du radiateur. La température admise pour le radiateur peut être modifiée par l'action de la manette de contrôle M, laquelle déplace la position de l'extrémité de la tige E.

Il existe plusieurs types d'éléments chauffants électriques, mais tous comportent essentiellement une résistance R (fig. 7) boudinée dans un isolant I, emprisonné lui-même dans une gaine métallique G. Si les qualités de l'isolant sont suffisantes pour éviter tout passage de courant du fil résistant jusqu'au tube métallique, la sécurité est assurée par un élément à simple isolement. Dans ce cas, la gaine métallique G est mise à la masse. Dans le cas contraire, la gaine G est posée sur des isolateurs qui constituent un second isolement, le tout étant enfermé dans une enveloppe métallique de protection, elle-même mise à la masse.

La chaleur émise par un radiateur peut se transmettre de deux façons différentes : par convection et par rayonnement. Dans le cas de la convection, l'air qui se trouve au voisinage immédiat du radiateur s'échauffe, et son poids spécifique, s'en trouvant diminué, se déplace vers le haut, cédant sa place à de l'air plus froid qui suit le même chemin; la chaleur est donc transportée par l'air et a une tendance à s'accumuler vers le haut. Dans le cas du rayonnement, la chaleur est transmise uniquement par des radiations qui traversent l'air et ne cèdent leur énergie qu'aux masses qu'elles ren-

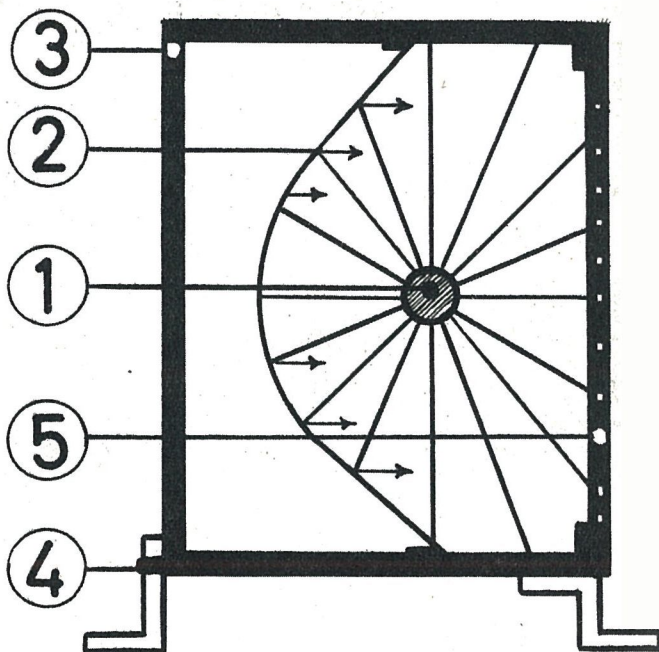


Fig. 8. Radiateur semi-radiant. 1 : élément chauffant ; 2 : miroir parabolique ; 3 : carcasse de radiateur ; 4 : patte de fixation ; 5 : face rayonnante.

contrent; ces radiations peuvent être dirigées (voir « Le Rail » n° 112).

Dans les nouvelles voitures du service intérieur, la S.N.C.B. utilise des radiateurs semi-radiants (fig. 8). Une partie de la chaleur est rayonnée parallèlement au plancher, corrigeant ainsi le défaut de la convection qui tend à établir une température plus élevée au plafond qu'au sol.

Les batteries de chauffe destinées au chauffage par air sont équipées d'éléments chauffants électriques semblables à ceux décrits plus hauts et d'éléments de chauffage vapeur généralement constitués par de simples tubes.

Régulation.

La régulation peut être manuelle ou automatique.

Dans le premier cas, les voyageurs disposent d'une manette leur permettant de couper et de graduer le chauffage. Dans le deuxième cas, un dispositif, fondé sur des mesures de température, contrôle automatiquement le fonctionnement du chauffage; toutefois, certains de ces dispositifs automatiques offrent au voyageur le choix de la température désirée, entre certaines limites tout au moins (par exemple, entre 18° et 24° C).

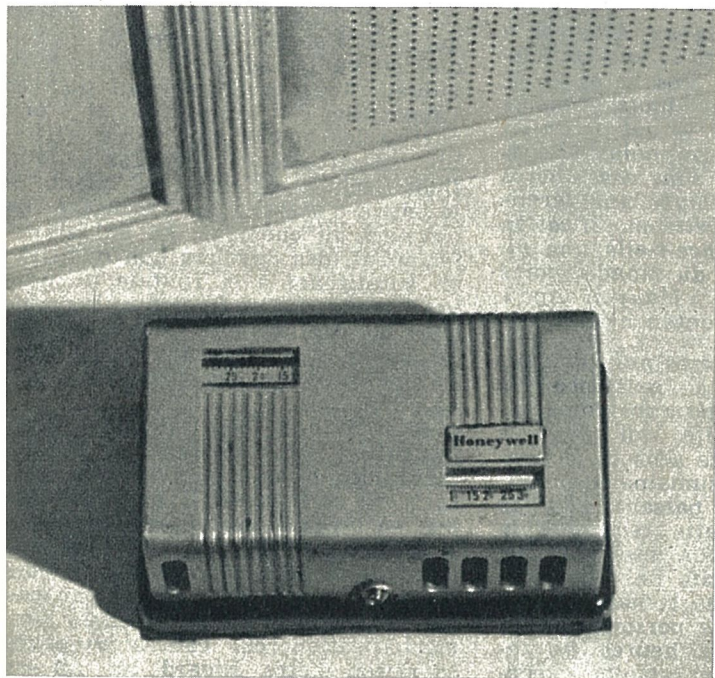
La régulation manuelle n'est utilisable qu'en chauffage vapeur. Dans ce cas, il est possible de graduer le chauffage en contrôlant l'arrivée de la vapeur dans les radiateurs. Dans le cas du chauffage électrique, on ne peut régler le chauffage qu'en laissant ou en

ne laissant pas passer le courant dans les radiateurs : le radiateur fonctionne alternativement, la régulation étant réalisée par le contrôle du rapport entre les durées de chauffe et celles d'arrêt. D'autre part, les périodes de chauffage et de non-chauffage doivent être courtes si on veut éviter des variations de température perceptibles par les voyageurs (quelques minutes pour l'ensemble d'une période de chauffage et d'une période de non-chauffage). Dans ces conditions, la possibilité de régulation manuelle du chauffage électrique est exclue.

A la S.N.C.B., dans toutes les voitures chauffées par radiateurs, la régulation automatique s'effectue par thermostats (fig. 9). Tous fonctionnent selon le même principe. Un élément qui se dilate ou se déforme en fonction de l'élévation de la température contrôle un contact inséré dans un circuit électrique à basse tension. Dès que ce circuit est ouvert par l'effet du contact mobile, il coupe le chauffage en agissant soit sur une électrovalve (chauffage à vapeur), soit sur un contacteur (chauffage électrique).

Pour arriver à un résultat satisfaisant, il faut un thermostat dans chaque compartiment, ne fût-ce que

Fig. 9. Thermostat de régulation automatique.



pour tenir compte de l'influence de l'occupation sur le niveau thermique. D'autre part, il faut installer les thermostats en des endroits où ils mesurent, le plus exactement, en toutes circonstances, la température du compartiment.

Une régulation thermostatique réalisée dans les conditions les plus parfaites possible peut être amenée, dans certaines circonstances, à fonctionner de façon défectueuse ; ce sera, par exemple, le cas du thermostat qui, en raison d'un changement d'orientation de la

voiture, se trouve directement touché par le rayonnement d'un soleil d'hiver : il s'échauffe ainsi rapidement et coupe abusivement le chauffage.

Pour le chauffage à l'air, il existe de nombreux systèmes de régulation automatique basés soit uniquement sur des mesures de températures intérieures, soit sur des mesures de températures intérieures et de la température extérieure.

Le problème est particulièrement compliqué lorsqu'il s'agit de voitures comportant plusieurs compartiments. En effet, contrairement au cas du chauffage par radiateurs, on ne dispose ici que d'une seule source de chaleur (la batterie centrale de chauffe) et il faut, à partir de celle-ci, établir une ambiance confortable dans des compartiments qui, pris individuellement, peuvent avoir des exigences très différentes. On arrive à ce résultat d'une façon plus ou moins parfaite, selon la nature et la qualité de la solution adoptée. Les solutions les plus récentes font appel à l'électronique.

À titre d'exemple, nous schématiserons le dispositif adopté pour les nouvelles voitures RIC de la S.N.C.B. La batterie de chauffe est composée de deux parties indépendantes. La première partie alimente le circuit primaire, lequel débite en permanence de l'air chaud dans tous les compartiments. Le fonctionnement de cette partie de la batterie de chauffe est automatiquement réglé, en fonction de la température extérieure, de telle sorte qu'aucun compartiment ne puisse atteindre une température suffisante, quelles que soient les conditions d'occupation ou autres. La deuxième partie de la batterie alimente le circuit secondaire, où l'air circule en permanence à une température fixe (de l'ordre de 80° C), cette température étant maintenue constante par un thermostat qui contrôle le fonctionnement des éléments de chauffage. Le circuit secondaire alimente chaque compartiment par l'intermédiaire d'un clapet motorisé qui s'ouvre ou se ferme sous l'action d'un thermostat de compartiment réglable par les voyageurs. Le circuit secondaire apporte donc, dans chaque compartiment individuellement, l'appoint d'air chaud nécessaire pour y établir une température confortable, quelles que soient les conditions réalisées dans les autres compartiments.

De tout cela, il faut conclure que le vrai problème qui se pose n'est pas de chauffer. Dans une voiture bien isolée thermiquement et bien étanche, il est toujours aisé d'installer la puissance de chauffe nécessaire. Il est déjà plus difficile de la bien répartir dans la voiture. Mais il est surtout difficile, et c'est là le vrai problème, de la régler automatiquement d'une façon satisfaisante dans toutes les circonstances et dans les conditions éminemment variables où se trouvent inévitablement les compartiments.

P. FRENAY,
ingénieur en chef.