

réservoirs jaugés, ou par pesées, ou en consommations instantanées lues sur un compteur spécial d'essence, basé sur le principe de la perte de charge éprouvée par un liquide coulant à travers un orifice d'étranglement.

Grand moteur horizontal fixe de 20 HP. — Ce moteur, monocylindrique et horizontal, est également un moteur d'expérience servant à l'étude des carburants et des carburateurs; ses dimensions caractéristiques sont les suivantes :

Course du piston (*)	390 mm.
Alésage	260 mm.
Nombre de tours par minute	200 mm.

Il peut fonctionner indifféremment au gaz de ville, au pétrole, à l'essence, à l'alcool, à l'alcool carburé, et enfin au gaz pauvre, en utilisant un gazogène que nous décrirons plus loin.

Bien entendu, pour que ce moteur fonctionne convenablement avec ces différents combustibles, il est indispensable de modifier sa compression; cette opération se fait aisément en changeant la longueur de la bielle, au moyen de cales interposées entre le pied de la bielle et son coussinet. La distribution, et dans certains cas le mode de régulation lui-même, sont également modifiés pour l'utilisation de certains combustibles.

Pour les combustibles gazeux, la régulation se fait en agissant sur la levée de la soupape d'admission, et partant sur la quantité de mélange explosif admis; pour certains combustibles liquides, la régulation se fait par le tout ou rien.

Ce moteur est disposé pour la mesure des combustibles, et il comporte un frein de Prony à circulation d'eau, pour absorber la puissance qu'il fournit. Il peut développer de 17 à 28 chevaux, suivant les combustibles employés.

Gazogène. — A l'extérieur de la salle des moteurs thermiques, et près du moteur précédent, est installé un gazogène d'une puissance correspondante à celle du moteur. Dans l'étude de cet appareil, son constructeur s'est attaché à maintenir une haute température au centre de la cuve, de manière à se mettre autant que possible à l'abri de la formation des goudrons, nuisibles au bon fonctionnement des moteurs.

Cet appareil se compose essentiellement d'une cuve, légèrement évasée de bas en haut, depuis l'endroit où l'on introduit l'air et où se forme la zone de combustion. Le reste de la cuve, à peu près cylindrique, et construit en parois réfractaires, est très légèrement évasé vers le bas, où le charbon repose sur une grille ordinaire. L'air arrive par une tuyère centrale dans l'axe de la cuve; la combustion est renversée. Dans le voisinage de la grille, la température n'est pas très élevée; les cendres, après avoir glissé sur la grille inclinée, aboutissent à un joint hydraulique par lequel on les retire facilement. L'air, avant d'entrer dans la tuyère centrale, traverse un récupérateur formé de deux cylindres concentriques, l'un parcouru par les gaz chauds sortant de la cuve du gazogène, et l'autre (le plus grand) par l'air à réchauffer.

On fait arriver un léger filet d'eau dans la partie inférieure du récupérateur, de manière à mélanger un peu de vapeur d'eau à l'air frais.

(*) La compression est variable suivant les combustibles employés. La variation est obtenue en faisant varier la longueur de la bielle, dont la longueur maxima est de 1^m070 et la longueur minima de 0^m967.

Comme il faut, en outre, un corps à transformer, qui produise une réaction endothermique pour absorber une partie de la chaleur formée par la combustion incomplète du carbone, on fait pénétrer, avec l'air frais, une partie des gaz brûlés provenant de l'échappement du moteur.

Le gaz produit, aspiré par un ventilateur, traverse d'abord le scrubber, puis le ventilateur, servant d'épurateur à force centrifuge; il est ensuite refoulé dans un gazomètre, dans lequel le moteur l'aspire.

Vérification et tarage des indicateurs de Watt, des manomètres, des appareils tachymètres, compte-tours, etc. — Le Laboratoire s'occupe également du tarage des ressorts d'indicateurs dynamométriques de Watt, soit à froid, soit à chaud, ainsi que de la vérification des manomètres par comparaison avec des étalons souvent contrôlés par les soins de la section de physique. Il exécute également les essais des tachymètres et compteurs de tours, ou tous autres appareils de mesure pour essais mécaniques.

(A suivre).

BOYER-GUILLON,
Ingénieur civil des Mines,
Chef de la section des essais de machines au Laboratoire
d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers.

LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES

pour la traction des trains de marchandises
et des trains à grande vitesse

Communication faite le 7 août 1908, au Congrès de Clermont-Ferrand de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, par M. DE MARCHENA, ingénieur en chef de la Compagnie Française Thomson-Houston.

L'idée de l'électrification des grands réseaux de chemins de fer a fait dans ces deux ou trois dernières années de très grands progrès aussi bien en Europe qu'en Amérique, et maintenant la possibilité de cette électrification apparaît comme plus prochaine que ses optimistes partisans ne l'eussent cru il y a peu de temps encore.

Ces progrès sont dus aussi bien aux nouvelles possibilités qu'ont ouvertes les inventions et les progrès effectués par l'électricité dans ces dernières années, qu'aux résultats, très bons dans leur ensemble, qu'ont donné les expériences de traction électrique déjà faites à l'heure actuelle avec les procédés déjà connus. Ces résultats ont presque toujours été des satisfaisants, et ont dépassé les espérances qui avaient été conçues.

Nous pouvons ajouter aussi qu'à l'époque actuelle les ingénieurs-électriciens sont beaucoup plus familiarisés avec les règles, les exigences et les besoins de l'exploitation des chemins de fer, et que, de leur côté, les ingénieurs de chemins de fer se rendent un compte plus exact des possibilités qui leur sont offertes par l'électricité. Il n'y a donc plus à l'heure actuelle entre les deux éléments fondamentaux du problème à résoudre la séparation qui existait avant. Ce problème est maintenant bien connu des deux côtés, condition essentielle pour son heureuse solution.

Dans certains pays tels que : la Suède, la Suisse, l'Allemagne et l'Italie, les études et les projets de transformation sur une grande échelle de réseaux entiers de chemins de fer sont très activement poussés, et peuvent être considérés comme presque entrés dans la période d'exécution.

Le moment paraît venu, en étudiant les questions de traction électrique, non point d'examiner, comme cela a été fait jusqu'à présent, les cas particuliers, c'est-à-dire de se borner à étudier pour chaque ligne ou tronçon, dont l'électrification est

envisagée, les solutions particulières les plus avantageuses à ce problème déterminé, mais d'examiner ce problème à un point de vue plus général, en ne s'arrêtant qu'aux solutions d'ensemble.

Dans une telle étude, il convient évidemment de s'affranchir des règles admises à l'heure actuelle avec la traction à vapeur, et de ne pas oublier que les modes d'exploitation future devront profiter des possibilités nouvelles offertes par le nouveau système de traction.

C'est dire que le problème de l'électrification des voies ferrées ne se bornera pas seulement à remplacer les locomotives à vapeur actuelles par des locomotives électriques, et à supputer si les économies réalisées dans l'exploitation grâce à ce remplacement sont de nature à compenser les dépenses de premier établissement qu'il entraînera. Ce ne serait voir la question que par son petit côté ; il faudra examiner et faire entrer en ligne de compte toutes les améliorations qui pourront être réalisées pour assurer toutes les différentes espèces de trafic auxquelles doivent subvenir les voies ferrées, et pour augmenter leur puissance totale de transport. Ces améliorations ne seront pleinement réalisées qu'avec des modifications profondes dans les systèmes actuels d'exploitation. Il est probable notamment que grâce au système à unités multiples, l'emploi de voitures automotrices qui est devenu général sur les réseaux Métropolitain aura également de très nombreuses et importantes applications sur les voies ferrées électriques, et qu'il préconisera pour le service de nombreuses catégories de trains de voyageurs.

Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que l'électrification des voies ferrées ne pourra forcément être que graduelle, de telle sorte que les solutions adoptées devront aussi pouvoir se prêter à la période de transition durant laquelle on ne sera pas libre de faire subir à l'exploitation toutes les modifications désirables, et qu'il faudra, au contraire, se contenter de l'adapter au mouvement des trains tels qu'ils sont actuellement constitués et exploités avec la traction à vapeur.

Il en résulte que, surtout aux débuts de l'électrification, les locomotives électriques proprement dites, constituées d'une manière similaire aux locomotives à vapeur, joueront un rôle prépondérant. Il n'est d'ailleurs pas démontré qu'elles ne continueront pas à constituer le meilleur et plus économique mode de traction pour les trains de grands parcours, les express internationaux circulant sur les grands artères très chargées, et dont il s'agira de pousser à l'extrême limite la capacité de transport. Il est en outre presque évident qu'elles auront le monopole absolu de la remorque des trains de marchandises.

La constitution des locomotives électriques se trouve donc le premier et essentiel problème qui se rencontre dans l'étude de la traction électrique des chemins de fer. Cette constitution doit être étudiée pour permettre à la locomotive électrique, non pas seulement de rivaliser avec la locomotive à vapeur arrivée à l'état de perfection actuel, mais bien de la surpasser du premier coup à tous les points de vue : rapidité, puissance spécifique, puissance maxima, souplesse, facilité d'entretien, inaltération des voies, etc..

Dans ce qui va suivre, nous examinerons cette constitution aux deux points de vue suivants :

1° Constitution mécanique de la locomotive électrique en tant que véhicule et notamment disposition et mode d'attache des essieux moteurs.

2° Constitution électrique et notamment mode de réglage de la vitesse et mode d'alimentation.

CONSTITUTION MÉCANIQUE DES LOCOMOTIVES

Le problème de l'établissement rationnel d'une locomotive électrique se présente avec un très grand nombre de limitations provenant de l'espace disponible, des valeurs maxima qu'il est possible de donner à l'empattement rigide, à la charge totale par essieu, au poids non suspendu par essieu, sans parler des conditions moins impé-

rieuses mais non moins importantes découlant de la nécessité de permettre la surveillance et l'entretien facile de toutes les parties de l'équipement et en particulier des moteurs électriques.

Tant qu'il ne s'agit que de puissances modérées, ou de vitesses modérées, le problème reste relativement simple. La difficulté ne s'élève que quand à la fois la puissance et la vitesse doivent atteindre leurs extrêmes limites.

Les locomotives de trains de marchandises peuvent être considérées comme rentrant dans la première catégorie, car, par suite même de leur destination, leurs vitesses sont toujours modérées. Pour ces machines, la commande par engrenages des essieux moteurs, si répandue à l'heure actuelle et devenue classique, convient fort bien ; elle permet avec la voie normale, et des diamètres raisonnables de roues motrices, d'employer des moteurs électriques d'une puissance individuelle atteignant jusqu'à 200 ou 250 chevaux, et dont seulement une moitié du poids est directement portée sur l'essieu sans suspension élastique. La partie non suspendue du poids du moteur dépassera rarement 1500 kgs, et comme, d'autre part, le diamètre des roues motrices reste modéré (1 m. à 1 m. 10), le poids total non suspendu par essieu comprenant : roue, essieu, coussinet et fraction du poids du moteur, peut facilement être tenu très en dessous des limites admises sur les voies ferrées normales.

En outre, comme on le sait, ce système de commande donne toutes les facilités désirables pour les montages et démontages des moteurs, aussi bien que pour leurs visites et leur entretien courant, sans qu'il soit besoin de toucher en quoi que ce soit à la constitution du véhicule proprement dit.

Enfin, il rend indépendantes les vitesses respectives de l'essieu et du moteur et permet, avec un même type de moteur, et en lui maintenant l'échelle de vitesse la plus avantageuse, de constituer des locomotives ayant des caractéristiques très différentes suivant les applications envisagées.

Ces avantages sont bien connus de tous, et il n'est pas besoin de s'étendre beaucoup à leur sujet pour se rendre compte que la commande par engrenage restera presque toujours la solution préférable toutes les fois que les vitesses à envisager ne dépasseront pas une limite bien déterminée.

Les locomotives électriques pour trains de marchandises doivent logiquement être à adhérence totale. En effet, leur poids total n'est pas de trop pour assurer l'adhérence nécessaire aux efforts de traction à développer ; d'autre part, étant données leurs vitesses modérées, elles ont moins besoin des dispositifs spéciaux de bogie ou d'essieu directeur nécessaires aux machines à grande vitesse. Dès lors, leur constitution est simple, et le choix entre les divers dispositifs possibles dépendra surtout de la puissance à réaliser.

Par exemple, s'il s'agit de machines de puissance inférieure à 800 ou 1.000 chevaux, on pourra adopter soit des machines à deux bogies et 4 essieux-moteurs, analogues à celles en service sur le terminus à Paris de la Compagnie d'Orléans, soit des machines à châssis rigide et 3 ou 4 essieux-moteurs, analogues à celle exposée par la Compagnie du Creusot à l'Exposition de 1900. Toutefois, ce dernier type est à tous points de vue sensiblement inférieur au premier, et seulement applicable aux très faibles vitesses, surtout quand les conditions d'adhérence deviennent suffisamment limites pour qu'il soit utile d'envisager l'accouplement des essieux-moteurs.

Pour les puissances supérieures à 1.000 chevaux, 4 essieux-moteurs ne suffisent plus. Comme, d'autre part, il est difficile de dépasser pour l'emplacement rigide celui correspondant à quatre roues, on est conduit à l'emploi de sections articulées comportant chacune 3 ou 4 essieux-moteurs. Cette disposition permet de porter le nombre des moteurs individuels à 6 ou 8, et d'atteindre des puissances de 1500 à 1800 chevaux. Les deux sections peuvent être, ou complètement articulées, c'est-à-dire en réalité constituer deux véhicules distincts mécaniquement accouplés, ou bien comprendre deux trucks arti-

culés portant un châssis et une cabine uniques. Les appareils de choc et de traction peuvent être établis soit sur les trucks eux-mêmes soit sur le châssis commun qu'ils portent.

On arrivera par ces moyens à réaliser des locomotives pouvant développer, à une vitesse plus grande, un effort de traction supérieur à celui développé par les plus puissantes machines à vapeur actuellement en service, tout en présentant un poids mort et une charge par essieu sensiblement moindres, c'est-à-dire en fatiguant moins les voies. De telles locomotives permettraient très certainement d'augmenter beaucoup la capacité de transport de marchandises d'une voie ferrée déterminée.

Si, d'ailleurs, cette augmentation n'était pas encore jugée suffisante, rien n'empêcherait de l'accroître presque sans limites par l'accouplement électrique de deux ou plusieurs locomotives semblables.

Pour les locomotives électriques à grande vitesse, le problème devient d'une solution plus difficile et moins générale.

À partir d'une certaine vitesse, la transmission par engrenages cesse d'être pratique, surtout quand parallèlement à l'accroissement de la vitesse on doit envisager un accroissement de la puissance à développer. D'ailleurs comme le diamètre des roues motrices est forcément limité, il arrive bientôt un moment où la vitesse de l'essieu correspond à peu près à celle que l'on serait conduit à adopter pour le moteur lui-même, et, dès lors, il n'y a plus de raisons d'interposer des organes réducteur de la vitesse entre les moteurs et les essieux.

Par exemple, si nous considérons le cas d'une locomotive électrique destinée à marcher à une vitesse de 100 kilomètres à l'heure, nous voyons qu'avec des roues de 1 m 10 de diamètre la vitesse de rotation atteindra 500 tours par minute, et avec des roues motrices de 1 m. 35 de diamètre, 400 tours par minute. Ces vitesses de 4 à 500 tours conviendront très bien à des moteurs de la puissance à envisager.

En pratique, la suppression d'organes réducteurs de la vitesse devient logique toutes les fois qu'il s'agira de moteurs de plus de 200 chevaux et de vitesses de pleine marche supérieures à 80 kilomètres à l'heure. Ce sera le cas de toutes les locomotives des trains de voyageurs à grande vitesse.

Pour celles-ci, il n'y a donc lieu d'envisager que l'emploi de moteurs dits « gearless », c'est-à-dire tournant à la même vitesse que l'essieu.

Diverses combinaisons ont été imaginées pour réaliser cette disposition ; dans leur examen, il faut tenir compte des deux conditions indispensables suivantes :

1° Le poids non suspendu reposant sur l'essieu doit être aussi réduit que possible et, en tout cas, rester limité au-dessous de la valeur à partir de laquelle les effets d'inertie auraient une influence fâcheuse sur la bonne conservation des voies. D'une manière générale, en se basant sur l'expérience des machines à vapeur, on considère qu'avec les voies et les vitesses actuelles, le poids non suspendu ne doit pas dépasser 5 tonnes par essieu (y compris bien entendu le poids propre des roues motrices de l'essieu et de ses coussinets).

2° Les dispositions adoptées doivent se concilier avec les facilités de l'entretien courant, des remplacements ou réparations à effectuer.

Parmi les diverses solutions adoptées les unes (a), ont un caractère général (en ce sens qu'elles peuvent s'adapter à presque tous les cas et à tous les systèmes de moteurs électriques ; les autres (b) ont un caractère plus particulier et ne peuvent s'appliquer que dans des cas et avec des systèmes bien déterminés.

a) Dans la première catégorie, nous pouvons citer le système consistant à caler le rotor du moteur sur un arbre creux concentrique à l'essieu, et accouplé élastiquement à celui-ci. Les parties fixes et la carcasse du moteur sont fixées aux châssis et par suite sont portées par ses ressorts de suspension.

L'arbre creux doit posséder un diamètre intérieur suffi-

sant pour permettre toutes les oscillations possibles du châssis par rapport aux essieux. Le jeu nécessaire est d'environ 40 à 50 millim., ce qui conduit à donner à cet arbre un diamètre extérieur d'environ 30 millimètres.

Ce montage sur tube creux avec entraînement élastique a été indiqué dès 1883 par Raffard ; il a été appliqué en 1888 par Short sur certains moteurs de tramways aux débuts de la traction électrique industrielle. Depuis, il a été employé avec des dispositions de détail plus ou moins heureuses sur les locomotives Aeilmannsur, les grosses locomotives du Baltimore and Ohio, sur les tracteurs électriques de la ligne de Versailles, sur les locomotives d'essai de la ligne de Zossen, et enfin sur les locomotives monophasées du New-York, New-Haven and Hartford Cy.

Avec ce système, le poids entier du moteur se trouve suspendu élastiquement par rapport aux essieux, et les réactions sur les éléments des voies sont réduites au minimum. En outre, la liaison élastique avec l'essieu adoucit les à-coups aux démarrages et aux changements de vitesse. Par contre, les coussinets du moteur possèdent un grand diamètre qui conduit à des vitesses périphériques plus élevées que d'ordinaire, et d'autant plus grandes que le diamètre des roues motrices est moindre.

Toutefois, étant donné que ces coussinets ne supportent que très peu d'efforts, ces vitesses périphériques demeurent très admissibles (en moyenne 6 à 7 m. par seconde pour une vitesse de 100 km à l'heure). Il est à noter qu'à Zossen, elles ont atteint jusqu'à 12m. 50 par suite du faible diamètre des roues motrices (1 m. 25) et de l'énorme vitesse atteinte (215 km à l'heure), et que cependant elles n'ont pas donné lieu à inconvénients sérieux.

Pour rendre faciles les opérations de surveillance et d'entretien, les carcasses de ces moteurs doivent s'ouvrir suivant un plan diamétral. Il en résulte une cause de difficulté avec les systèmes de moteurs où l'enroulement doit être réparti sans discontinuité sur toute la périphérie du stator (notamment les moteurs triphasés et certains moteurs monophasés).

Dans cette même catégorie, nous pouvons également citer la combinaison consistant à établir les moteurs en dehors des essieux et à leur faire commander ceux-ci par bielles et manivelles. Ce système a été inauguré par MM. Ganz et Cie pour les locomotives de la Valteline, et il a été également adopté pour les locomotives du Simplon à la fois par MM. Ganz et par MM. Brown et Boveri. Il a donné d'excellents résultats dans ces deux applications.

Avec ce système, le poids entier du moteur est élastiquement suspendu : le centre de gravité de la locomotive est assez notablement surélevé, ce qui est maintenant unanimement reconnu comme avantageux pour les machines à grande vitesse. Enfin, il donne toutes facilités pour l'accès et le démontage des moteurs quel qu'en soit le type.

On peut regretter, à un point de vue plutôt théorique l'emploi sur des locomotives électriques de mécanismes animés de mouvements alternatifs, mécanismes dont on avait pensé que la traction électrique amènerait la complète disparition. Il faut reconnaître toutefois que ces pièces peuvent être parfaitement équilibrées, de manière à annuler à peu près complètement leurs effets d'inertie, et qu'elles offrent l'avantage, en solidarissant les essieux, de réduire au minimum les chances de patinage, et d'annuler les effets à ce point de vue de la perturbation que produit la réaction du couple de traction des moteurs sur la répartition des charges des différents essieux. À ce même point de vue, elles permettent certains accouplements électriques des moteurs qui seraient à éviter avec des essieux entièrement libres.

L'expérience a montré que l'accouplement mécanique des essieux réalisé dans ce système n'augmenterait pas d'une manière appréciable les résistances passives. En effet, la résistance au roulement des locomotives de la Valteline ne dépasse pas 4 kgs par tonne à la vitesse de 50 km. à l'heure, ni 5 kgs par tonne à la vitesse de 50 kilomètres.

b) Parmi les combinaisons ayant un caractère plus particulier en ce sens qu'elles entraînent des limitations plus étroites pour le système de moteurs à employer, nous pouvons citer :

1° Celle imaginée par M. Auvert (ingénieur de la Compagnie P.-L.-M.) dans laquelle l'induit est calé directement sur l'essieu dont il fait partie intégrante, le stator étant fixé au châssis. Pour permettre les déplacements de l'essieu par rapport au châssis, tout en conservant le centrage du rotor par rapport au stator, la carcasse du stator est divisée en deux parties suspendues par leur centre de gravité, centrées autour de l'essieu, et pouvant prendre par rapport à celui-ci un léger mouvement d'oscillation.

Cette disposition a déjà été adoptée sur la locomotive d'essai à accumulateurs de la Compagnie P.-L.-M. Elle a été depuis perfectionnée dans les détails et elle sera, croyons-nous, employée pour la nouvelle locomotive d'essais, actuellement en cours de construction pour cette Compagnie, et pour le tunnel du Loetschberg.

2° Celle adoptée sur les locomotives du New-York Central dans laquelle les stators sont complètement indépendants des rotors, et les pièces polaires convenablement dessinées et avec un entrefer suffisant pour laisser libre déplacement à ces derniers. Cette disposition est d'une remarquable simplicité, puisqu'elle supprime tout mécanisme, tout palier de moteur (en dehors des paliers d'essieux), et même toute carcasse spéciale des moteurs, le circuit magnétique étant constitué par le châssis proprement dit de la locomotive.

Elle a été au début l'objet de très vives critiques, mais celles-ci se sont trouvées démenties par l'expérience, le fonctionnement des moteurs ayant été pleinement satisfaisant aussi bien au point de vue mécanique qu'au point de vue électrique. Actuellement, une quarantaine de ces machines en service régulier depuis près d'un an avec le plus complet succès, et on peut dire que, par leur simplicité, leur puissance, leur souplesse, leur facilité de manœuvre et leurs faibles dépenses d'entretien, elles constituent un des types les plus intéressants et les plus parfaits qui ait encore été réalisé.

Dans le système Auvert, comme dans celui du New-York Central, une partie notable du poids des moteurs n'est pas élastiquement suspendue ; mais le total de ce poids ne dépasse pas, néanmoins, les limites ordinairement admises pour les locomotives à vapeur ; l'expérience a démontré qu'il reste conciliable avec la bonne conservation des voies. Ces deux systèmes d'accouplement ne peuvent s'employer qu'avec des moteurs à courant continu à nombre de pôles déterminé.

Une fois choisi le mode de commande, la puissance individuelle de chaque moteur se trouve limitée d'un côté par l'emploi disponible, et de l'autre par le fait que le poids par essieu ne doit pas dépasser un certain maximum compatible avec la résistance des voies (en général 16 à 17 tonnes). Par suite, le nombre d'essieux-moteurs se déduit du nombre de moteurs qu'il est nécessaire d'établir pour réaliser la puissance désirable.

En outre de leurs essieux-moteurs, les locomotives électriques à grande vitesse doivent comporter des essieux ou des bogies directeurs, analogues à ceux dont l'emploi est devenu classique pour les locomotives à vapeur.

Mais comme il est, d'autre part, d'un grand intérêt de conserver la réversibilité des locomotives électriques, il en résulte que celles-ci doivent comporter ces équipages directeurs à l'avant et à l'arrière.

Par suite, une assez forte proportion du poids total doit forcément être perdue pour l'adhérence, et l'utilisation spécifique du poids est moins bonne dans les locomotives à grande vitesse que dans celles à adhérence totale.

Pour remplir convenablement leurs rôles, les équipages directeurs doivent être fortement chargés ; cette charge, ainsi que la puissance des dispositifs de rappel, doivent être pro-

portionnés au moment d'inertie des machines par rapport à leur axe de rotation. Avec des locomotives à 3 ou 4 essieux-moteurs, l'étude mécanique de la machine conduit à mettre sur l'essieu directeur d'avant une charge d'au moins une douzaine de tonnes, et sur le bogie directeur une charge d'au moins une vingtaine de tonnes.

On voit qu'avec des machines réversibles, on sera conduit à un poids non adhérent d'au moins 24 tonnes dans le premier cas, et de 40 tonnes dans le second. Or, il n'est pas sans intérêt de remarquer que, quand l'équipement électrique ne comporte pas, en dehors des moteurs, d'appareils pesants, il est assez difficile d'arriver à réaliser les charges désirables sur les bogies directeurs, sans lester supplémentamment les machines dans ce seul but.

Il en résulte cette conséquence, qu'avec les locomotives électriques à grande vitesse munies de bogies, il n'y a pas, au point de vue du poids total, d'aussi grands inconvénients qu'avec d'autres motrices électriques à ce que l'équipement comporte, en dehors des moteurs, des appareils auxiliaires importants, le poids de ces appareils pouvant tout naturellement être utilisé pour assurer une charge convenable des essieux-directeurs.

La disposition mécanique des locomotives de la Valteline est très intéressante, et mérite une mention particulière.

Ces machines sont portées sur un essieu central dépendant du châssis proprement dit, et sur deux bogies d'avant et d'arrière à roues inégales. Les essieux les plus voisins de l'essieu central ont des roues de même diamètre que cet essieu et lui sont accouplés par des barres d'accouplement à rotules. Les autres essieux ont des roues de diamètre moitié moindre, et jouent le rôle d'essieux-porteurs.

Il est facile de se rendre compte que l'inertie de rotation des différentes parties constituant cet ensemble articulé est très faible et que les réactions sur les voies doivent être réduites à une très faible valeur.

Une autre combinaison mécanique très intéressante a été proposée pour les locomotives électriques de très grande vitesse et de très grande puissance devant comporter au moins 4 essieux-moteurs. Cette disposition consiste à porter la machine sur deux trucks, chacun à 4 essieux, dont deux moteurs au milieu et deux directeurs à chaque extrémité. Ces trucks, ayant la principale partie de leur poids concentrée en leur milieu, auront peu d'inertie et obéiront aisément aux effets directeurs de leurs essieux extrêmes même faiblement chargés. Le châssis de la locomotive reposera sur ces trucks au moyen de dispositifs analogues à ceux employés sur les bogies ordinaires, et portera les appareils de choc et de traction de manière à laisser aux trucks moteurs toute liberté pour suivre les inégalités de la voie.

Avec cette disposition, on peut aisément arriver à une répartition des poids laissant disponible pour l'adhérence 70 % du poids total, c'est-à-dire à peu près la même proportion que celle atteinte sur les machines à 6 essieux du New-York Central et sur les locomotives de la Valteline et du Simplon.

Avec la disposition à bogies directeurs à l'avant et à l'arrière et roues motrices dans la partie milieu, il paraît difficile, même avec 4 essieux moteurs, de dépasser 60 %, et néanmoins la machine sera plus rigide et passera moins facilement en vitesse dans les courbes que celle indiquée ci-dessus

(A suivre.)

AVIS IMPORTANT

Nous rappelons que tout ce qui concerne la Rédaction doit être adressé au rédacteur en chef, M. COTE, 24, rue Sully, à LYON, et que tout ce qui concerne l'Administration doit être adressé aux éditeurs, MM. GRATIER et REY, 23, GrandeRue, à GRENOBLE.