

XIII. PERIODE 1919 - 1926

2

L'ORGANISATION DU SERVICE DES LOCOMOTIVES.

*Exploitation
du service de traction des trains.*

Cours de l'École Nationale des Chemins de fer

*par
Rulot N.,*

*Ingénieur en chef, Inspecteur de Direction
des Chemins de fer de l'Etat belge,*

avec la collaboration

de

*Hennig, E., Ingénieur principal,
Chantrel, A., Ingénieur.*

*À l'usage des ingénieurs, des fonctionnaires et des agents de sur-
veillance des remises.*

FAC SIMILE

PREAMBULE.

Le cours " d'Exploitation du service des trains ", rédigé en 1923 par Messieurs N. Rulot, ingénieur en chef, E. Henning ingénieur principal et A. Chantrell, ingénieur, à l'usage des ingénieurs, des fonctionnaires et des agents de surveillance des remises, constitua le livre de chevet des techniciens du service de traction des chemins de fer de l'Etat belge après la première guerre.

La première et la troisième grande subdivision du cours qui comprend 1 120 pages ont été reproduites dans le présent fac-similé, à savoir:

- L'organisation du service des locomotives.
- L'exploitation de la remise.

En parcourant ce texte, le lecteur apprendra de façon détaillée comment fonctionnait l'organisation d'une remise.

Il revivra les moments exaltants du temps de la vapeur, les tâches prescrites avec abnégation avec des moyens parfois dérisoires des équipes de cour de la remise pour que les machines soient prêtes pour assurer le départ des trains conformément à l'horaire pré-établi.

Mentionnons qu'il a fallu rassembler 3 cours pour confectionner les présents documents sans lacunes. Nous remercions le Mijlpaal de Malines, Monsieur Noirot inspecteur technique principal honoraire et Monsieur Nève qui ont prêté leur cours.

Les textes reproduits ont été regroupés dans trois documents, en raison des impératifs du brochage et pour faciliter la consultation.

La description du service de la réparation fait l'objet de la troisième partie.

Bruxelles, le 21-06-1990.

Dédié

à Monsieur

H. Vanderydt

Administrateur

de la Traction et du Matériel.

Préface.

Ce cours d'exploitation du service de traction des trains conçu par M^r l'ingénieur en chef Puleot et rédigé par lui avec la collaboration de M. M. les ingénieurs Koenig et Chantrel répond à un besoin et comble une lacune.

Le choix et l'utilisation des locomotives pour des remorques déterminées constituent une des parties essentielles d'un service de traction. Ils ont leurs lois, qu'il importe de dégager et de formuler. M^r Puleot le fait avec la science d'un ingénieur averti, au courant des moindres détails de construction de la locomotive moderne, et la compétence d'un praticien, entraîné à surmonter les difficultés quotidiennes d'un service de traction.

Le prix élevé de la main-d'œuvre et l'application de la journée de huit heures font surgir des problèmes importants que seuls peuvent résoudre économiquement, d'une part, l'organisation judicieuse du travail des machinistes et des chauffeurs, d'autre part, le développement des installations mécaniques pour le déchargement des combustibles, le ravitaillement des tenders en charbon, en eau et en sable, le chargement et l'utilisation des cendres. Le lavage à l'eau chaude devient une nécessité et comporte un appareillage varié. Au-dessus de ce problème d'hygiène pour les machines se posent les problèmes nombreux intéressant la santé et le bien-être du personnel : évacuation des fumées, création de lavoirs, de salles de bains, de dortoirs et de restaurants, installations pour le séchage des vêtements rendus humides par la pluie ou le travail.

Toutes ces questions et bien d'autres, notamment l'organisation de l'entretien des machines et la détermination des cadres et des primes, sont étudiées dans le cours de M^r Puleot, et je le félicite, ainsi que ses collaborateurs, de l'œuvre utile qu'ils ont menée à bonne fin.

J.B. Vanderydt.

Introduction

Les remises aux locomotives (ou dépôts de locomotives) sont les services chargés de fournir les locomotives nécessaires pour remorquer les trains et effectuer les manœuvres dans les gares.

Les remises disposent à cet effet d'un certain nombre de locomotives composant leur effectif et d'un cadre d'agents, c'est-à-dire d'un nombre déterminé d'agents proportionné à l'importance des trains à remorquer, les uns chargés de la conduite des locomotives, les autres employés à leur mise en ordre.

Lorsqu'elles ne sont pas utilisées, les locomotives stationnent dans les dépendances de la remise. Pendant leur stationnement, elles subissent diverses opérations tendant à leur approvisionnement et à leur mise en ordre. Ces opérations nécessitent des installations appropriées et sont exécutées par des agents sédentaires ou à poste fixe. En dehors de la remise, c'est-à-dire lorsqu'elles sont utilisées, les locomotives sont conduites par le personnel roulant.

Les rentrées des locomotives à la remise sont journalières et se répètent même souvent plusieurs fois par jour. La durée des séjours à la remise est variable, de quelques heures à plusieurs mois suivant l'importance et la nature des opérations à effectuer.

x
x x

L'exploitation ou la gestion d'une remise comporte la connaissance de la locomotive et des installations nécessaires à sa mise en ordre, ainsi que l'étude de l'organisation du service dans toutes ses branches; cette dernière partie est de beaucoup

la plus importante.

Nous devons supposer connus la description et le fonctionnement de la locomotive; nous ne devons avoir ici en vue que son utilisation. Nous recevons les locomotives neuves ou remises à neuf et nous devons les mettre en ordre et les entretenir pour les faire produire.

Puisque c'est pour tracter des trains et pour effectuer des manœuvres dans les gares, c'est-à-dire pour satisfaire aux besoins du service de l'exploitation que les remises existent, les moyens d'action en locomotives et en personnel d'une remise déterminée dépendent du service dont cette remise est chargée. Il faut donc connaître d'abord la nature et l'importance de ce service; c'est de là que découlent la détermination de l'effectif de locomotives nécessaires et la fixation du cadre du personnel correspondant.

En d'autres termes, les données du problème étant connues, c'est-à-dire le travail que doivent effectuer les locomotives, tous les autres éléments s'en déduisent. Nous devons donc en premier lieu dresser l'organisation du service des locomotives. Nous déterminerons ensuite les installations nécessaires, et enfin, nous étudierons l'exploitation proprement dite de la remise à adopter.

De là, les trois grandes subdivisions du cours :

- 1) Organisation du service des locomotives.
- 2) Description des installations.
- 3) Exploitation de la remise.

x
x x

Dans le service des remises, nous aurons toujours successivement en vue :

- 1) Sa sécurité du service.
- 2) Sa régularité.
- 3) L'économie.

Le but final est d'assurer la remorque des trains. Ceux-ci transportent des voyageurs et du personnel dont la vie dépend de l'état de la locomotive et de la bonne conduite de celle-ci. Nous avons donc une obligation morale supérieure de chercher avant tout à éviter les accidents. Des sanctions administratives sont d'ailleurs prévues contre les fautes et les négligences ayant entraîné des accidents; dans les cas graves, des sanctions pénales peuvent même intervenir. Le personnel des remises doit avoir une saine et claire notion de ses devoirs dans ce domaine; il ne doit à aucun moment se laisser détourner de ceux-ci, surtout lorsqu'il est en présence d'un fait anormal ou irrégulier.

La sécurité étant assurée, nous devons nous préoccuper de la régularité. Les trains doivent partir à l'heure prévue, passer à l'heure prescrite aux différentes gares qui jalonnent leur parcours et arriver à destination à l'heure réglementaire. Pour remplir cette obligation, il faut aussi que toutes les opérations qui tendent à la fourniture des locomotives aux stations, ainsi que les opérations dans celles-ci même se fassent avec régularité, c'est-à-dire avec ordre et méthode. La régularité de la marche des trains assurés par une remise est un indice de la bonne marche des services qu'elle assure. Tout doit donc tendre vers la régularité.

Il ne faut cependant pas que, sous prétexte de régularité, on engage des dépenses trop fortes et non en rapport avec le but à atteindre. Par là, on voit que la condition de régularité est intimement liée à celle d'économie, en ce sens qu'il ne faut pas imposer à l'exécution du service des conditions qui sont incompatibles avec une gestion financière bien comprise. Par contre, l'irrégularité de la marche des trains entraîne une augmentation correspondante des dépenses.

Il est relativement facile de remplir les conditions de sécurité et de régularité. Il est beaucoup moins facile

d'obtenir les meilleurs résultats économiques. On doit même considérer qu'on n'y atteint jamais, qu'on peut toujours réduire davantage les dépenses en perfectionnant sans cesse les appareils, les méthodes de travail et l'organisation. C'est pourquoi l'économie restera notre préoccupation essentielle, la condition qui retiendra le plus notre activité.

Première Partie.

Organisation du service des locomotives.

Chapitre I. - Les trains.

1. Classification des trains. - Nous pourrions entendre par trains, en donnant à ce mot une signification tout à fait générale, toutes les prestations que nous avons à fournir pour le compte du service de l'exploitation. En réalité, le mot train revêt une signification plus étroite : le train est composé d'une ou de plusieurs locomotives, accrochées à un certain nombre de véhicules, le tout constituant un convoy qui effectue un parcours déterminé mesuré en kilomètres, entre une gare de départ et une gare d'arrivée, suivant un itinéraire fixé et dans un temps donné, s'écoulant entre l'heure de départ et l'heure d'arrivée. Ce que nous résumerons en disant que la notion de train comporte trois choses : la composition, l'itinéraire et l'horaire.

En ce qui concerne la composition, il faut distinguer la ou les locomotives, et les véhicules.

Généralement, il n'y a qu'une locomotive de remorque et le train est en simple traction. Lorsqu'il y a une seconde locomotive, allège, celle-ci se place en tête ou en queue du train (allège en tête ou en queue). Il peut y avoir une seconde ou très exceptionnellement une troisième machine d'allège ; nous expliquerons plus loin dans quels cas la ou

les allèges interviennent.

Nous avons ainsi une première classification en trains en simple traction, ou bien en double, triple, quadruple, ... traction.

Les véhicules se classent d'après la nature du transport en véhicules à voyageurs (voitures), véhicules à marchandises (wagons) et véhicules de service (fourgons spécialisés à voyageurs ou à marchandises, wagons de secours, wagons-grues, wagons pour transport de terre ou pour transports de service, wagon-dynamomètre, voiture d'inspection, etc.). On arrive ainsi à diviser les trains suivant la nature du transport en trains de voyageurs, trains de marchandises, trains mixtes composés à la fois d'une tranche de matériel à voyageurs utilisée comme telle et d'une tranche de matériel à marchandises, trains de service, effectuant exclusivement des transports pour le service. Les trains de la route (trains de ballast, trains de charbon pour le cavitaillage des postes en pleine voie, etc.) desservant les services de la voie, sont des trains de marchandises ou service. Les trains militaires sont en réalité des trains mixtes ou à voyageurs affectés exclusivement à des transports militaires, etc.

L'itinéraire comporte un certain parcours kilométrique entre la station de départ et la station d'arrivée suivant un chemin jalonné par une succession de stations ou gares intermédiaires où le train fait arrêt ou non et où le stationnement est plus ou moins long.

L'horaire comprend les heures de départ et d'arrivée successivement dans chaque station du parcours. On déduit de ces heures la durée de parcours obligée entre deux stations successives. Les durées de parcours sont variables d'après la nature des trains, plus grandes par exemple pour les trains de marchandises que pour les trains de voyageurs, de sorte qu'elles supposent pour les différents trains une marche plus ou moins rapide, ce qui amène à

classer les trains d'après la vitesse.

Généralement, les trains effectuant de longs parcours sans arrêt seront ceux auxquels on pourra imprimer le plus aisément et le plus économiquement la plus grande vitesse. En combinant la condition de vitesse avec celles de la fréquence des arrêts et du poids, on arrive à classer les trains en directs, semi-directs et omnibus. Les trains de voyageurs se subdivisent en internationaux et directs ou rapides, semi-directs et ordinaires (de banlieue, omnibus ou légers); les trains de marchandises en trains directs, semi-directs et omnibus ou locaux, comprenant les trains de messageries et de transbordement.

Enfin, on peut encore classer les trains d'après la fréquence de leur mise en marche en trains réguliers (circulant tous les jours), facultatifs (mis en marche en cas de nécessité suivant un horaire fixe), spéciaux (dont l'horaire est fixé au moment du besoin), de dédoublement (dédoublent un autre insuffisant et le précèdent ou le suivent à un intervalle fixe).

Remarquons qu'une locomotive voyageant seule, c'est-à-dire effectuant un parcours à vide est assimilée à un train.

2. Désignation des trains. Un train déterminé est, comme nous l'avons vu, caractérisé par sa composition, son itinéraire, son horaire; on le distingue en le numérotant. Sa numérotation pour l'Etat Belge est la suivante :

- Les n^{os} 1 à 199 sont réservés aux trains internationaux,
- 200 à 4999 ----- à voyageurs ordinaires,
- 5000 à 5999 ----- de messageries et de transbordement;
- 6000 à 10999 ----- de marchandises ordinaires.
- etc.

En outre, sur une ligne donnée, les trains sont pairs dans un sens et impairs dans l'autre, les trains pairs étant autant que possible ceux qui sont dirigés vers le midi.

Ainsi le train n^o 14 est un train international; comme il roule sur la ligne de Bruxelles-Nord à Luxembourg, on en conclut qu'il roule dans le sens Bruxelles vers Luxembourg; le train

15 roulera en sens inverse.

En langage télégraphique, on fait usage des abréviations suivantes:
 hk = train - hkv = train de voyageurs - hkm = trains de marchandises -
 hkt = train de troupes - hke = train spécial - hki = train international -
 hkev ou hkem = train spécial à voyageurs ou à marchandises, etc.

Les numéros des trains non réguliers (R) sont affectés de lettres caractéristiques de fréquence : SD = supprimé le dimanche - SL = supprimé le lundi - SS = supprimé le samedi - F = facultatif - FSD = facultatif supprimé le dimanche, etc.

Certains trains sont organisés momentanément; tel est le cas pour les trains de la route. Ces trains figurent à un bulletin de marche où ils portent par exemple un littéra. Exemple : "hk A bulletin n°14"

3. Composition des trains. Ordinairement, un train se compose d'un certain nombre de véhicules de types différents. Chaque type se distingue par une longueur déterminée entre les extrémités des buttoirs et le poids total du véhicule. Il en résulte que, suivant le nombre de véhicules dont il est composé, un train a une certaine longueur et un certain poids qui sont évidemment limités suivant des règles fixées.

Nous nous occupons plus loin du poids des trains.

Quant à la longueur, il faut distinguer entre les trains de voyageurs et les trains de marchandises.

Pour les premiers, on obtient une limitation convenable en ne dépassant pas 60 essieux (15 voitures à 4 essieux, ou 20 à 3 essieux, etc) avec un maximum de 25 véhicules. (Ces limites sont portées à 70 et 30 pour les trains militaires).

La longueur des trains de voyageurs est limitée par la longueur des quais. Ces limites pratiques tiennent compte de la résistance des attelages et de la possibilité d'obtenir un bon freinage, sans chocs ni réactions.

Les trains de voyageurs sont freinés au frein automatique à air comprimé (Westinghouse ou Knorr). Les locomotives à voyageurs sont donc obligatoirement montées à ce système de frein, ainsi d'ailleurs qu'au chauffage à la vapeur, qui est à peu près

généralisé dans notre matériel à voyageurs.

Les voitures (hv) sont classées d'après leur affectation, leur type et le nombre des essieux. On distingue les voitures à voyageurs proprement dites, les fourgons à voyageurs et les voitures à affectation spéciale. Le livret du service des rames indique les principaux types de véhicules de l'espèce et les abréviations qui servent à les désigner.

La conduite du frein ne pouvant être interrompue, un train de voyageurs ne pourra comporter que du matériel équipé au frein continu. Les véhicules spéciaux (wagons-vitesse, boîtes, voitures-postes, voitures mortuaires, etc) sont munis du frein continu ou sont tout au moins pourvus de la conduite de continuité ou conduite blanche. On tolère un ou deux véhicules non montés au frein en queue du train dans des conditions déterminées par les instructions. En principe sur les lignes à inclinaisons supérieures à 5‰ on impose un frein gardé en queue du train.

Les voitures sont précédées d'un véhicule de choc placé immédiatement derrière la locomotive, le fourgon, sauf pour les trains de 7 véhicules ou moins. Comme il n'est généralement pas possible de modifier la composition du train lorsque la rame rebrousse, on prévoit pour les trains de plus de 7 véhicules un fourgon à chaque extrémité du train.

Pour les trains de marchandises, la longueur est limitée par la longueur des voies de réception et de garage. Elle correspond généralement en pratique à 60 véhicules (120 essieux); mais sur certaines lignes, cette composition est souvent inférieure. Si le train comporte des wagons à 4 essieux, ces wagons ne comptent par exception que pour trois essieux. En tous cas les limites de 60 véhicules et 120 essieux ne peuvent être dépassées sur notre réseau.

Les trains de marchandises sont freinés par freins isolés à mains, comme nous le verrons. Ils sont sujets à décompo-

sition en cours de route, tandis que les trains de voyageurs forment un bloc (rame) complété exceptionnellement par l'addition de navettes ou groupes de voitures ajoutées entre deux points déterminés du parcours de la rame pour la renforcer.

Les voitures suivent un service régulier, tandis qu'il n'en est pas de même pour les wagons à marchandises. Il existe un livret du service des rames et des navettes (Voir plus haut).

4. Charge Des trains. Le but final de l'exploitation des chemins de fer est de transporter un poids déterminé à une distance déterminée. Deux éléments, le poids transporté et la distance parcourue, entrent donc en ligne de compte pour l'évaluation de la production. Si l'on prend la tonne comme unité de poids et le kilomètre comme unité de parcours, la production se chiffrera au moyen d'une unité nouvelle, la tonne-kilomètre.

Arrêtons-nous à l'évaluation du poids ou de la charge remorquée, la charge d'un train n'étant autre que le poids de ce train. Pour obtenir ce poids, il faut additionner les poids de chacun des véhicules. Dans le poids d'un véhicule, il y a deux parties : la tare ou poids à vide, inscrit sur le véhicule, et la charge utile ou poids de la matière transportée.

La tare, quoique très approximativement la même pour un même type de wagon, varie avec chaque wagon. Elle est inscrite sur le longeron et très souvent sur la caisse; elle est vérifiée périodiquement. Il existe donc une tare théorique pour un même type de wagon, et une tare réelle variant d'un wagon à l'autre d'autant plus que le wagon est ancien.

Chaque type de wagon est caractérisé par une charge théorique utile; il existe ainsi des wagons de 10^T, 12^T, 15^T, 20^T, 30^T etc. En service, la charge utile est très variable

et peut même légèrement dépasser la charge théorique; le wagon est à charge complète ou incomplète.

Pour avoir le poids total du wagon, il faut donc ajouter la charge utile à la tare; si la tare est t et la charge utile pu , le poids total est :

$$P = pu + t.$$

Pour un wagon vide, on a donc : $P = t$.

Il y a deux systèmes essentiellement différents pour évaluer la charge des trains.

Le système le plus exact consiste à additionner le poids réel des wagons, obtenu en ajoutant la tare inscrite au chargement, le tout étant évalué en kilogs. On ne peut ainsi commettre d'autre erreur que celle qui résulte de l'évaluation même de la tare et du poids du chargement. Mais ce système est très compliqué et n'est pas compatible avec la célérité des opérations dans les gares de formation.

On obtient une précision suffisante en arrondissant les poids à la tonne ou à la demi-tonne. C'est le système qui sera adopté prochainement par l'état Belge, les poids étant arrondis à la tonne; un poids de 6.500 à 7.499 kg est représenté par 7^T, un poids de 7.500 à 8.499 par 8^T, et ainsi de suite. Pour faciliter les opérations, les wagons portent sur la caisse l'indication très apparente de la tare arrondie à la tonne : $\boxed{7}$ $\boxed{8}$, ----

La charge du train est donc ainsi évaluée en tonnes.

Actuellement, suivant le système en vigueur jusqu'à présent, on s'est contenté d'une évaluation moins précise afin d'effectuer plus rapidement les opérations d'évaluation de la charge des trains. On emploie une unité conventionnelle l'unité charge qui vaut 5^T,5 théoriquement; un véhicule de poids P tonnes, a donc théoriquement une charge $\frac{P}{5,5}$ et l'on arrondit le résultat à la demi-unité; mais au lieu de partir du poids exact P , ce qui conduirait somme toute au même résultat que ci-dessus, on établit un barème une fois pour toute où chaque

type de wagon est évalué à la demi-unité près suivant qu'il est vide ou chargé; on commet ainsi une erreur plus ou moins grande sur la tare et sur la charge, laquelle s'ajoute à celle qui résulte de l'abandon des fractions inférieures à la demi-unité. Sa pratique a montré que l'on arrive ainsi à des écarts de 10 à 15% et même plus entre la charge en unités de 5¹/₅ et celle obtenue par le système nouveau indiqué plus haut et adopté par les compagnies étrangères.

Or, la précision dans l'évaluation de la charge des trains est capitale, car moins cette évaluation est précise, plus on risque d'arriver soit à une utilisation moins complète de la puissance des moteurs, soit à des charges exagérées, qui ont comme conséquence une consommation exagérée de combustible et des incidents de traction tels que retards, détresses, etc.

Pour les véhicules à voyageurs, l'évaluation de la charge en unités est plus satisfaisante. Sa tare joue en effet un rôle prépondérant et la charge utile, quelque variable qu'elle soit, n'influence guère le poids total. C'est ainsi que l'on peut admettre une évaluation fixe de la charge et cette évaluation sera par conséquent aussi précise que l'on voudra. Par exemple, pour une voiture comportant n places assises, on tablera sur un poids de 70 kgs par voyageur et un coefficient d'utilisation de 0,8, ce qui donnera :

$$P = t + 0,8 \times 70 n$$

On voit qu'il y a intérêt à réduire t et à augmenter n . Ainsi, une voiture de 22¹/₅ de tare et comportant 65 places assises sera évaluée comme suit en unités de 5¹/₅:

$$P = \frac{22,5 + 0,8 \times 0,070 \times 65}{5,5} = 4,5 \text{ environ.}$$

Cette même voiture compterait pour 4 unités à vide. L'évaluation serait évidemment plus précise si l'on admettait la tonne comme base, mais l'on arriverait à des nombres plus élevés et par suite moins maniables.

Pour le matériel à voyageurs, la charge est inscrite en

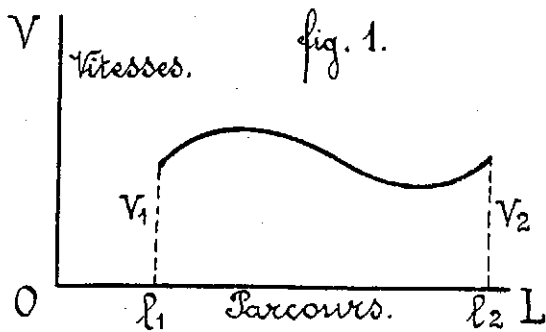
unités sur le longeron ou la caisse et cette charge est invariable.

Un train donné aura donc une charge de N unités ; cela signifiera que son poids est très approximativement $N \times 5,5$ tonnes.

5. Horaire des trains L'horaire d'un train dépend de la vitesse de marche de ce train. Nous devons d'abord étudier la notion de la vitesse.

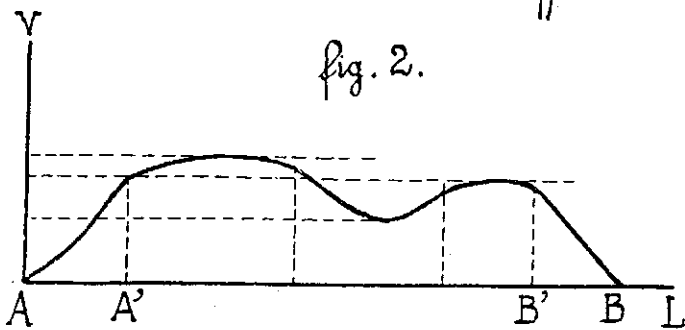
La vitesse d'un mobile est le chemin qu'il parcourt pendant l'unité de temps. Cet élément se mesure habituellement soit en mètres par seconde, soit plus généralement en kilomètres à l'heure. Si V est la vitesse en km/heure, la vitesse correspondante en mètres par seconde est $v = \frac{V \times 1000}{60 \times 60} = \frac{V}{3,6}$. Un train qui roule à 36 km/h. a donc une vitesse de 10 m/sec.

La vitesse des trains est essentiellement variable. Ce qui nous intéresse surtout, c'est de savoir ce qu'elle est à un endroit donné du parcours. Il est donc utile de la rapporter à celui-ci et l'on obtient alors un diagramme de la forme fig 1 ci-contre qui montre la variation de la vitesse pendant le parcours l_1 et l_2 .



Un point de vue de la vitesse, on distingue trois périodes dans la marche d'un train : le dé-

marrage, la marche normale et l'arrêt, et le diagramme de la marche du train affecte la forme de la fig. 2.



Sur la distance AA' a lieu le démarrage, le levier de changement de marche à fond, qui porte la vitesse de 0 à une vitesse variant de 10 à 20 km à l'heure

suisant la nature du train. Le levier de changement de marche étant ramené au cran normal de détente, la vitesse continue

à s'élever et varie entre certaines limites d'après les conditions particulières de la traction du train; c'est la période de marche normale A'B'. Enfin le modérateur est fermé et éventuellement les freins fonctionnent et la vitesse tombe rapidement à 0; c'est la période d'arrêt B'B.

Les périodes de démarrage et d'arrêt sont peu importantes par rapport au parcours total parce qu'elles sont très courtes; c'est surtout la marche normale qui nous intéresse.

Le cas le plus simple serait celui où la vitesse serait constante. Ce serait le cas pour un train qui ne ferait arrêt ni en A, ni en B et où la vitesse constante serait figurée par le diagramme fig 3. Si V km/h est la vitesse et L m la distance

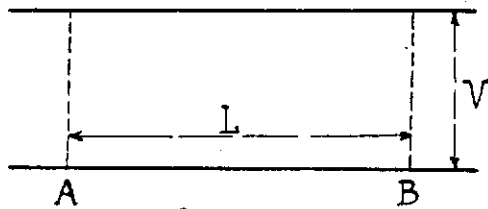


fig. 3.

la durée du parcours serait

$$L : \left(\frac{V}{3.6}\right) \text{ en secondes.}$$

En réalité, nous l'avons vu, la vitesse varie toujours, même quand le train ne fait arrêt ni

en A ni en B; mais on peut imaginer un horaire à vitesse constante tel que l'horaire fig. 3 qui donne le même temps de parcours que l'horaire réel; la vitesse dans cet horaire idéal est la vitesse moyenne de l'horaire réel. On peut aisément évaluer cette vitesse moyenne pour un horaire donné; si le temps de parcours est T^s et le parcours est L km, cette vitesse V_m est :

$$V_m \text{ km/h} = \frac{L \text{ km} \times 3600}{T^s}$$

Si T était exprimé en minutes, la formule serait :

$$V_m \text{ km/h} = \frac{L \text{ km} \times 60}{T^m}$$

On ramène les cas les plus compliqués au cas simple de la vitesse constante en subdivisant le parcours total, en autant de parcours partiels où l'on pourra considérer approximativement la vitesse comme constante; celle-ci sera en réalité la vitesse moyenne du parcours considéré. Si nous supposons le diagramme ABC, les vitesses étant respectivement V^1, V^2, V^3 en A, B, et C, on prendra (fig 4) pour le parcours A'B' la vitesse moyenne $\frac{V_1 + V_2}{2}$ et

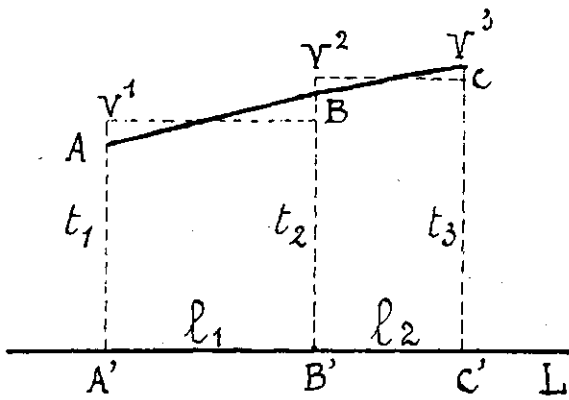


Fig. 4.

Si \$t_1\$ est le temps du parcours en \$A'\$, il faudra y ajouter pour les parcours \$l_1\$ et \$l_2\$, les temps respectifs

$$t_2 - t_1 = \frac{l_1}{\left(\frac{v_1 + v_2}{2 \times 3,6}\right)}$$

$$t_3 - t_2 = \frac{l_2}{\left(\frac{v_2 + v_3}{2 \times 3,6}\right)}$$

Reste à déterminer le temps pour démarrage et arrêt. On compte en pratique \$1''\$ à \$2''\$ pour les trains de marchandises et \$1''\$ à \$1''\$ pour les trains de voyageurs ; le plus généralement les temps respectifs de \$1''\$ et \$1''\$ suffisent ; mais pour le démarrage il arrive, lorsque celui-ci est particulièrement pénible, que l'on doive forcer exceptionnellement à \$2''\$ et \$1''\$; pour l'arrêt les temps de \$1''\$ et \$1''\$ suffisent toujours ; en appelant \$a_d\$ et \$a_r\$ ces deux temps, le temps total à admettre est donné par la formule

$$T = a_d + \sum \frac{l}{\frac{v + v'}{2 \times 3,6}} + a_r$$

Pour pouvoir dresser l'horaire, il reste à connaître la vitesse que le train considéré peut atteindre aux différents endroits de la ligne, c'est-à-dire qu'il faut pouvoir tracer le diagramme ci-dessus. Cette vitesse s'établit expérimentalement au moyen de trains d'essais, organisés dans les conditions normales de remorque à prévoir. On doit donc pouvoir mesurer la vitesse à un endroit quelconque et connaître la limite que la vitesse peut atteindre.

La mesure de la vitesse peut se faire sur le train ou de la voie.

Dans le premier cas, on dispose d'appareils précis qui

transmettent à un enregistreur la vitesse des roues auxquelles ils sont reliés par une transmission (Wagon-dynamomètre, enregistreurs de vitesse). Mais le machiniste-instructeur qui effectue généralement ces mesures doit se contenter de mesures approximatives. Généralement, on observe le temps employé à parcourir l'espace compris entre deux bornes kilométriques; si α est le nombre de secondes nécessaires pour parcourir ainsi 1 km, la vitesse en km/h est $\frac{3.600}{\alpha}$. Il est utile de posséder pour cela une montre spéciale appelée tachymètre à aiguille indépendante avec déclenchement; ces montres sont graduées pour donner directement la vitesse.

On peut reprocher à cette méthode le manque de précision lorsque la vitesse varie, la prise de la vitesse durant trop long-temps; on peut remédier à cela si la ligne est jalonnée de bornes hectométriques; le résultat ci-dessus devra alors être divisé par 10. On peut encore atteindre ce résultat, à défaut de bornes hectométriques, en notant le nombre de rails parcourus en un temps donné grâce au choc qui se produit à l'about de chaque rail, ou encore en comptant le nombre des tours de roues de la locomotive. Soit l mètres la longueur du rail ou la circonférence de la roue observée n fois en α secondes; on aura en km/h :

en α secondes, le parcours est nl mètres;

" 1 " " " " " $\frac{nl}{\alpha}$ mètres;

" 3600 " ou une heure, le parcours $V = 3600 \frac{nl}{\alpha}$ mètres
 $= 3.6 \frac{nl}{\alpha}$ km

On s'arrange pour que $n = V$. Si par exemple $l = 9$ m.,

$$V = \frac{9 \times 3.6}{\alpha} V \quad \text{ou} \quad \frac{9 \times 3.6}{\alpha} = 1 \quad \text{ou} \quad \alpha = 9 \times 3.6$$

ou encore $\alpha = 32^{\circ} 4$.

Ce procédé est rapide et n'exige aucun calcul.

On peut également observer la vitesse de la voie. Cette observation s'effectue en des points fixes au moyen d'appareils installés à demeure, ayant pour objet principal la vitesse. Tantôt ces appareils sont de simples indicateurs composés

essentiellement d'une aiguille se mouvant sur un cadran gradué, déclenchée au zéro par le passage du premier essieu sur une pédale et arrêtée sur le nombre indiquant la vitesse en km/h par le passage du même essieu sur une pédale située à une certaine distance de la première; ce sont les dynamoscopes. Le machiniste est ainsi renseigné sur la vitesse de son train. Dans les dynamopétards, un mécanisme analogue provoque l'éclatement d'un pétard lorsque la vitesse dépasse une vitesse limite imposée. Ces appareils sont installés aux endroits spéciaux où la vitesse doit être limitée pour les raisons que nous indiquerons ci-après.

Il existe une vitesse limite qu'on ne peut dépasser. En outre la vitesse subit des limitations locales:

1) Elle est réduite à certains endroits par suite de circonstances particulières à la voie: ponts-tourelles, traversée des stations, bifurcations, fortes courbes. Ces limitations permanentes figurent dans les recueils administratifs.

2) Elle subit parfois des limitations temporaires justifiées par des travaux à la voie ou pour d'autres causes passagères. Celles-ci, à cause de leur caractère provisoire, n'ont généralement aucune influence sur l'horaire en vigueur au moment de leur application; les pertes de temps qu'elles occasionnent doivent être autant que possible comblées par le machiniste.

D'autre part, la vitesse maximum théorique dictée par la solidité de la voie ne peut pas toujours être atteinte:

1) En régime normal, une locomotive d'un type donné ne peut dépasser une vitesse déterminée compatible avec son bon rendement et surtout avec sa bonne conservation, sa stabilité.

2) La vitesse du train est limitée par la condition de réaliser l'arrêt sur une distance convenable, laquelle dépend du profil de la voie, de la signalisation, et du degré de sécurité que l'on veut réaliser. Nous ne nous étendrons pas

d'avantage sur cette question qui fait partie du problème du freinage. Il faut seulement retenir que le freinage du train joue un rôle primordial quant au choix de la vitesse maximum. A ce point de vue, il y a une différence fondamentale entre les trains de voyageurs et ceux à marchandises; les premiers sont freinés sur tous les essieux ou à peu près; la question du freinage ne se pose pas et la vitesse maximum à admettre est celle donnée par la résistance de la voie; pour les seconds, le freinage impose une vitesse qu'on ne peut dépasser, et inversement toute augmentation de vitesse entraîne un renforcement correspondant des moyens de freinage.

3) La charge du train influe évidemment sur la vitesse maximum, on ne fait pas d'horaire spécial sous ce rapport, et la charge dépend de l'horaire admis, de la puissance de la locomotive et du profil de la voie.

On voit que sur une ligne donnée, il y aura plusieurs horaires et, en principe, un horaire à voyageurs et un horaire à marchandises, sauf peut-être sur certaines lignes secondaires où un type unique de locomotive assure tous les trains. De même, il pourra y avoir des horaires différents suivant la vitesse, et pour les trains de voyageurs et pour les trains à marchandises.

On peut alors passer au calcul de l'horaire. Ayant déterminé les différentes phases de la vitesse entre deux stations A et B, on calcule les temps partiels et on les additionne d'après le modèle ci-après.

	Distances		Vitesse	Temps de parcours		Démarrage et arrêts	Temps total
A	0,5		20	1'30		2'	
	0,6		30	1'12			
à	2,4		36	4'			
	2,5		25	6'			
	0,5		20	0,40			
B		6,5		13'22	14'	3'	17'

L'horaire ainsi établi d'après les conditions normales de marche des trains est l'horaire-type. Cet horaire-type, établi pour chaque ligne et pour chaque espèce de trains, figure avec documents horaires, à l'élaboration desquels il sert de base. Nous en donnons deux exemples ci-dessous, l'un pour voyageurs, l'autre pour marchandises.

	Km.	Voyageurs				Marchandises.			
		Ordinaires		Rapides					
Bruxelles Nord	0	6	6	6	5				
Schaerbeck	2,7	1	1	1	1	12	1		13
Dieghem	7,6	8	9			2		1	3
Saventhem	9,7	4				4	1		7
Tasseghem	12,3	5	7			5	2		8
Cortenbergh	15,0	5		26	26	4	2		8
Erps-Auerls	18,0	5				5	1		7
Velthem	21,4	5	17			5	1		7
Herent	24,3	5				5	1		7
Louvain	29,1	7		P	P	8	1		11

L'horaire d'un train comprend, indépendamment des temps de parcours, les temps de stationnements dans les gares intermédiaires; ceux-ci augmentent parfois sensiblement la durée du parcours total. Si l'on prend celle-ci comme base, on peut déterminer une vitesse moyenne pour le parcours total, que l'on obtiendra en divisant la longueur de parcours par le temps total de parcours, durée des arrêts compris. On obtient alors ce qu'on appelle la vitesse commerciale. Cette notion a son importance, car elle donne somme toute le résultat pratique de l'horaire; en faisant entrer la durée des arrêts en ligne de compte, on peut voir si les sacrifices consentis en vue d'accélérer la marche des trains sont bien en rapport avec le résultat pratique obtenu.

6. Cygraphiques-horaires. ayant établi les horaires-types applicables à chaque ligne, il reste à tracer l'horaire de chaque train, c'est-à-dire de fixer l'horaire dans le temps à

déterminer l'heure de départ de la station d'origine, les heures de passage à chaque station ou point important des lignes, les heures d'arrivée et de départ dans les stations intermédiaires où le train fait arrêt, et l'heure d'arrivée à la station terminus. Pour effectuer ce travail convenablement et aisément, il est utile de se servir de graphiques, d'où le nom de graphiques-horaires qui leur est donné.

Le graphique-horaire est un rectangle dont l'un des côtés est divisé en 24 parties égales correspondant aux 24 heures de la journée et dont l'autre côté représentant la longueur du parcours est divisé en kilomètres et porte l'indication des stations et d'autres endroits intéressants de la ligne (bifurcation, postes de block). Par chaque point de division, on trace des parallèles à l'autre côté du rectangle; on obtient ainsi un double réseau de lignes perpendiculaires; sur ce réseau on repère chaque train de la façon suivante.

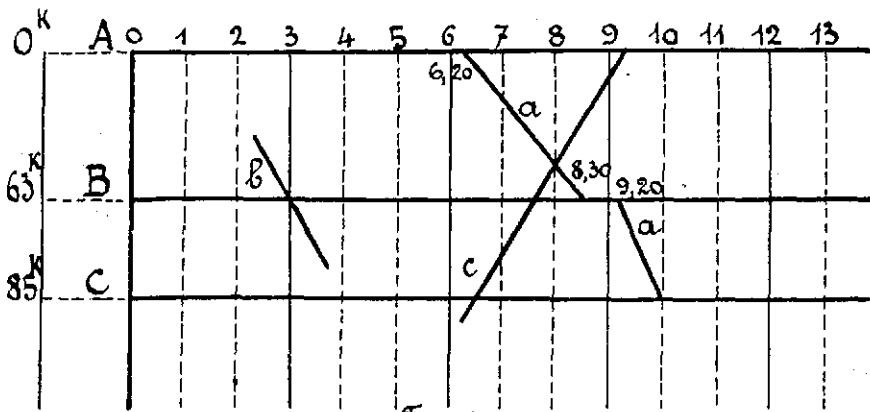


Fig. 5.

Le train a qui part de A à 6^h 20 et arrive à B à 8^h 30 est représenté par une ligne droite joignant les points A - 6.20

et B - 8.30 ; le même train a qui repart de B à 9.20 pour arriver à C à 10 h. est représenté par le second trait a ; le trait b indique un train passant à la station B à 3 h. Tout train est donc représenté par une succession de traits ; ces traits forment une suite continue, lorsque, comme pour le train b, il n'y a pas d'arrêt dans les stations intermédiaires ; ils forment une suite interrompue lorsque, comme pour le train a, il y a des arrêts intermédiaires. Les traits inclinés dans le sens de a et b vont de A vers C ; ceux inclinés en sens contraire vont de C vers A (train représenté

par le trait c). Le graphique-horaire comprendra donc une double série de droites inclinées, les unes dans un sens pour l'un des sens de marche, les autres dans l'autre sens pour le sens de marche opposé.

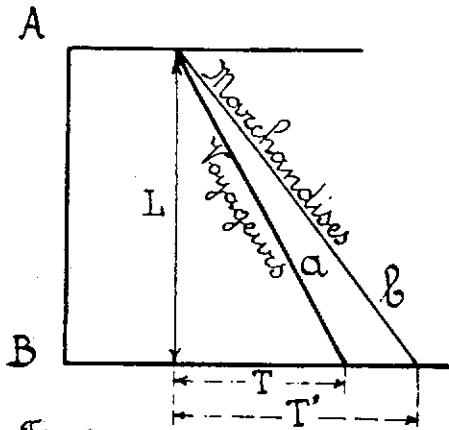


Fig. 6.

la verticale. Le train b roule donc moins vite que le train a. Deux traits parallèles représentent deux trains roulant à la même vitesse.

Si donc, dans un graphique, tous les traits inclinés dans le même sens sont parallèles, c'est que tous les trains roulent à la même vitesse; généralement, il n'en est pas ainsi et il y a dans les deux séries de traits plusieurs inclinaisons correspondant aux deux régimes de vitesse; on rencontre tout au moins un régime pour les trains de voyageurs et un autre pour les trains de marchandises.

Deux trains successifs se suivent à un certain intervalle qui est l'espacement entre ces trains; cet espacement e (fig 7) varie

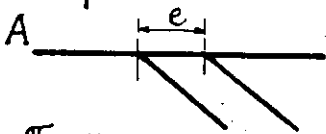


Fig. 7.

évidemment suivant le mode de signalisation adopté; dans le cas du block-system, l'espacement entre les trains est d'autant plus petit

que les sections de block sont plus courtes et les appareils de signalisation plus perfectionnés, il est également d'autant plus faible que les trains roulent plus vite. Chaque train comporte donc un espacement avec le train suivant qui, pour une ligne donnée, dépend de son régime de vitesse.

On appelle débit d'une ligne le nombre de trains que cette ligne peut écouler par 24 heures. Si les trains possèdent tous le même régime de vitesse, les trains ayant tous le même espacement e , on peut en écouler théoriquement $\frac{24}{e}$. c'est le système des marches parallèles, qui donne le débit maximum.

On l'utilisera donc pour les transports militaires, par exemple, lorsqu'on veut réaliser ce débit maximum. Il peut arriver que l'on n'ait à obtenir ce résultat que momentanément, par exemple pour les trains de banlieue du matin et du soir, ou pour les trains de courses; on expédie alors un groupe de train à horaires parallèles en rafale. Même si l'on veut ainsi obtenir le débit maximum sur les 24 heures, il est utile de compter avec les incidents de route et, tout en conservant les horaires ou marches parallèles, de ménager de temps à autre un espacement plus grand E (fig 8) entre les rafales. Il est clair que l'on

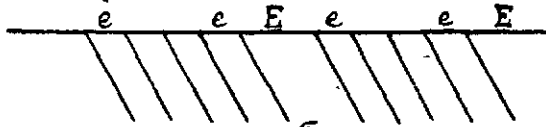


Fig. 8.

tient déjà compte des éventualités en fixant de façon pas trop étroite les espacements et les horaires; néanmoins le débit étant lui-même lié au respect des horaires, on

obtiendra celui-ci d'autant mieux que la vitesse est plus faible; dès lors, on conçoit que l'on ait recours aux vitesses lentes pour les marches parallèles, d'autant plus qu'on écoule ainsi de plus fortes charges.

Examinons maintenant ce qui se passe lorsqu'on intercale un train plus rapide dans une série de trains à marche parallèle; nous supposons l'espacement e constant, son influence étant d'autant plus faible que le parcours est plus long. Soient

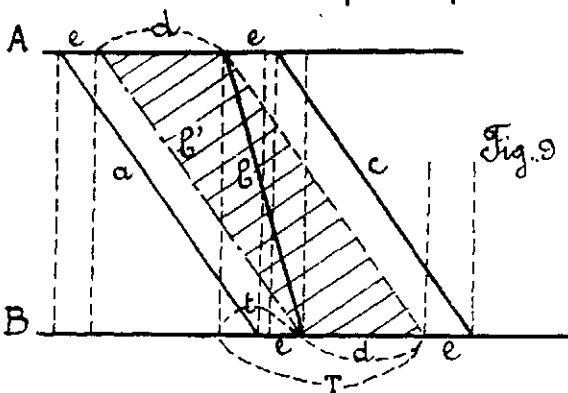


Fig. 9

(fig 9) trois trains consécutifs a, b, c dont le train b a une allure plus rapide que celle des deux autres. Nous supposons bien entendu que l'espacement à l'arrivée en B est le même qu'au départ en A. On voit que pour

que le train b ne soit pas entravé par a en cours de route, il faut expédier a avec un espacement $e+d$ au lieu de e d étant la différence des temps de parcours I et t des trains a et b: $d = I - t$. ainsi donc, en introduisant après le train a, un train plus rapide b, on a diminué la capacité

de la journée du temps dont on a réduit le temps de parcours de b par rapport à a . Le temps perdu en A avant le départ du train b est perdu de même en B après l'arrivée de b . Si le train b est suivi de trains roulant à la même vitesse que lui, l'espacement normal existe à nouveau, et il en est de même si l'on reprend le régime de vitesse de a . Mais le même déchet se reproduit chaque fois que l'on repasse à une allure plus rapide.

En conclusion, chaque fois que, sur une ligne, on introduit un train à allure plus rapide que le précédent, on crée un déchet au débit de la ligne, déchet correspondant à la différence des temps des parcours des deux trains. L'organisation des trains internationaux et extra-rapides est donc pour cette raison essentiellement nuisible et dispendieuse.

Il va de soi que l'on réduit ce déchet en rapprochant les gares A et B où l'on peut créer des évitements, puisqu'on réduit ainsi la durée des parcours. C'est ce que l'on obtient en créant des garages intermédiaires, à condition que ces garages s'effectuent rapidement et que leur durée ne doive pas grever sensiblement le temps de parcours.

En pratique, l'horaire se rapportant à un régime de vitesse déterminé n'est pas absolu. Pour des raisons d'exploitation on est souvent amené à augmenter cet horaire. De plus, si l'on veut avoir une exploitation régulière, il est bon d'adopter un horaire suffisamment large afin de faire la part des incidents normaux et de rattraper éventuellement le temps perdu: il vaut mieux établir des horaires larges et de les respecter, que de faire des horaires serrés que l'on ne réalise pas tous les jours, du reste plus on serre les horaires, plus on augmente les dépenses et moins on enlève de charge.

Tout horaire doit donc présenter une certaine élasticité. On entend par là l'écart qui existe entre l'horaire-type ou l'horaire minimum, et le temps maximum qui est accordé pour tenir compte des conditions spéciales d'exploitation.

Il existe pour chaque ligne un graphique-horaire, donnant

le graphique complet de chaque train. Ce graphique est très précieux pour l'étude des modifications à apporter aux horaires pour la création de nouveaux trains, etc.

7. Marche Des trains. En pratique, les horaires prévus aux documents ne sont pas toujours respectés. Les temps sont accidentellement supérieurs aux temps prévus, c'est-à-dire que les trains sont en retard. Ces retards constituent des irrégularités qui sont classées d'après leur importance et d'après le service en cause : traction, exploitation, voie. Ces irrégularités donnent lieu à une instruction et à des sanctions.

Au point de vue technique, et indépendamment de l'instruction et des sanctions consécutives, l'irrégularité doit constituer une leçon pour l'exécution ultérieure du service. Il faut s'attacher à en réduire la fréquence et l'importance.

Pour cela, il importe de bien en analyser les causes, et de les classer d'après la nature de celles-ci. Ses statistiques seront très utiles à cette fin.

8. Annexe au Chapitre I Freinage Des trains de marchandises.

Comme nous le verrons, le mouvement du train se produit sous l'action de la résultante de deux forces antagonistes, l'effort de traction de la locomotive et la résistance du train. Le freinage a pour but de créer une résistance artificielle qui s'ajoute aux résistances du train :

1) pour provoquer l'arrêt du train dans un temps et sur une distance relativement courts soit en cas de danger soit dans le but de maintenir plus longtemps une vitesse élevée. C'est en augmentant la puissance du freinage que l'on a pu atteindre des vitesses de plus en plus fortes.

2) pour permettre de respecter les signaux. Dès que le machiniste a connaissance de ce que le signal qu'il va aborder est à l'arrêt, il dispose d'une certaine distance pour provoquer l'arrêt du train, distance qui le sépare à ce moment du signal à l'arrêt, le train roulant à une vitesse déterminée.

3) pour éviter l'emballement dans les pentes, c'est-à-dire

pour empêcher que la vitesse de marche ne dépasse la vitesse maximum imposée;

4) pour éviter la dérive dans les rampes, c'est-à-dire le rebroussement de la partie arrière d'un train scindé.

Nous n'avons en vue ici que le freinage des trains de marchandises. Pour ceux-ci, ce sont les points 2, 3 et 4 qui sont seuls à considérer.

La résistance de freinage s'obtient par l'application de blocs en fonte sur les bandages. En exerçant une certaine pression sur ces blocs, on produit une résistance appelée frottement, qui est proportionnelle à la pression et qui va en diminuant au fur et à mesure que la vitesse augmente.

Cette pression, et par suite la résistance qui en résulte, est toutefois limitée. En effet, si on augmente cette pression progressivement, il arrivera un moment où les roues glisseront sur le rail; c'est qu'alors la résistance de frottement des blocs sur les bandages est égale à la résistance au glissement des roues sur le rail. Or, on doit éviter le glissement des roues sur le rail ou patinage, parce que dès que ce glissement a commencé, la résistance au frottement diminue rapidement. La résistance au glissement des roues sur le rail est elle-même d'autant plus élevée que le poids qui pèse sur les roues est plus élevé; de sorte que la résistance que l'on peut obtenir par la pression des blocs sur les roues d'un même essieu est proportionnelle au poids qui pèse sur cet essieu. En admettant que l'on exerce une pression appropriée sur les blocs, on pourra donc dire que la valeur d'un essieu freiné au point de vue du freinage est mesurée par son poids.

Si tous les essieux d'un train sont freinés, le poids freiné du train est égal à son poids total; le poids freiné d'un train, généralement inférieur au poids total, est égal à la somme des poids des essieux freinés. Le poids freiné d'un wagon dont tous les essieux sont freinés est égal au poids du wagon; si deux essieux sur trois seulement sont freinés, le poids freiné est égal aux 2/3 du poids du wagon.

En principe, tous les essieux d'un train de voyageurs sont

freinés, le freinage est total ou peu s'en faut. En outre, les freins sont mus par l'air comprimé d'un seul point du train; c'est le frein continu.

Dans les trains de marchandises, au contraire, les freins de chaque véhicule, à part ceux de la locomotive, sont mus à la main, du véhicule lui-même. Les freins sont isolés et le poids freiné est notablement inférieur au poids total du train.

On appelle proportionnelle de freinage le rapport $\frac{p}{P}$ entre le poids freiné p d'un train et le poids total P du même train. La proportionnelle peut s'entendre soit sur le train complet γ compris la ou les locomotives, soit sur le train non compris les locomotives, l'intervention de celles-ci dans le freinage étant comptée à part. Dans notre réglementation actuelle, la proportionnelle de freinage porte sur le poids du train, locomotives exclues.

Le problème du freinage consiste à déterminer la proportionnelle nécessaire pour remplir les conditions de sécurité indiquées ci-dessus. La proportionnelle obtenue dépend avant tout de la vitesse maximum des trains et du profil de la voie; la vitesse étant habituellement uniforme, c'est le profil qui permet de fixer la proportionnelle, au point que pour un régime de vitesses donné, la plupart des chemins de fer formulent un barème de proportionnelles par taux d'inclinaison de la voie.

A titre d'exemple, nous donnons ci-après le barème de l'état Belge pour les trains roulant à 45 km/h ou moins.

Inclinaison maximum de la voie en millimètres	Proportionnelle à admettre.
De 0 à 4 ^m /m exclusivement	1/17
" 4 à 8 ^m /m "	1/14
" 8 à 12 ^m /m "	1/11
" 12 à 15 ^m /m "	1/8
" 15 à 18 ^m /m "	1/6
" 18 à 21 ^m /m "	1/5
" 21 au delà	1/4

Ce sera donc en général la plus forte rampe d'une ligne qui permettra de fixer la proportionnelle à admettre. Toutefois, on tiendra compte des circonstances spéciales qui tendent à diminuer les difficultés du freinage; ainsi une courte rampe ou pente pourra ne pas entrer en ligne de compte; de fortes courbes pourront faire éliminer une pente ou rampe plus forte que les autres.

Chaque ligne sera donc caractérisée au point de vue du freinage par une inclinaison déterminée et par la proportionnelle correspondante. Si sur une même ligne, l'inclinaison varie dans de grandes limites, il pourra y avoir intérêt à subdiviser la ligne en sections de freinage caractérisées par une proportionnelle différente. Ces lignes seront évidemment limitées aux stations où l'on pourra modifier le poids du train et les conditions du freinage.

Il va de soi que si l'on adopte une vitesse maximum plus élevée, il faudra admettre des proportionnelles plus fortes et que l'on peut inversement admettre des proportionnelles plus faibles si la vitesse est elle-même plus faible.

Comme pour l'évaluation de la charge des trains, on adopte une unité de freinage, celle-ci étant en rapport avec celle choisie pour le calcul de la charge. Si l'on évalue celle-ci en tonnes, on évaluera de même le poids freiné en tonnes; on aura ainsi, et pour les mêmes raisons, l'unité la plus précise; on calculera en tonnes de freins ou en tonnes freinées, comme on calculera en tonnes de charges; c'est le système qui sera prochainement appliqué à l'état Belge.

Actuellement, on emploie une unité conventionnelle de freinage qui équivaut à 5 tonnes environ. Pour plus de précision on comptera en demi-unités freins comme en demi-unités charges. Pour les nombres intermédiaires, on force au multiple inférieur de la demi-unité frein, tandis que pour les charges, on force à la demi-unité supérieure. ainsi pour un véhicule pesant 14.900 kg ou $14^{\text{F}}9$, on comptera $12^{\text{F}}5$ comme frein ou $2\frac{1}{2}$ unités et $16^{\text{F}}5$ comme charge ou 3 unités-charge. D'où un manque de précision auquel l'évaluation en tonnes remédiera grandement car on comptera dans ce cas 15^{F} comme frein et 15^{F} pour la charge. Un wagon de 14.300 kg ou $14^{\text{F}}3$ comptera en tonnes 14^{F} comme frein et comme

charge.

En pratique, de même qu'il existe un tableau des unités-charges par type de wagon vide ou chargé, il existe aussi un tableau des unités-freins dressé dans les mêmes conditions et figurant aux documents du service des trains à l'usage du personnel des trains et des stations.

Un train de marchandises comporte donc un certain nombre de freins isolés desservis répartis dans le corps du train. On choisira comme freins les wagons les plus lourds, et par conséquent les wagons chargés et de plus fort tonnage. Le fourgon, desservi normalement par le chef-garde, et placé généralement en queue du train, constitue l'un des freins du train; pour en augmenter le poids, on complète le fourgon par un lestage convenable. Parfois, sur les lignes accidentées, où l'on ne peut trouver le nombre de freins voulus dans le corps du train, on constitue des freins au moyen de wagons à freins à fort tonnage chargés complètement au moyen d'un lestage inaltérable (pierrailles, queues de fonte); ce sont les wagons-lestés auxquels il faut assimiler les wagons-traineaux en service sur les plans inclinés de Siège.

Le choix des freins étant fait jusqu'à concurrence du poids freiné nécessaire, il reste à les répartir dans le corps du train. La répartition des freins est basée sur le principe de continuité. Le freinage idéal est réalisé dans les trains de voyageurs, où chaque wagon est freiné et où l'on obtient ainsi un minimum de réactions et de chocs, qui entraînent des avaries au matériel et notamment les ruptures d'attelages. Dans un train de marchandises, on cherchera à s'approcher de la continuité en répartissant les freins de façon aussi uniforme que possible sur toute la longueur du train. Si, par exemple, tous les freins sont de même poids, on partagera le train en tranches égales par les freins; ainsi s'il y a un fourgon et trois freins, le fourgon étant en queue, les trois freins diviseront le train en quatre parties égales.

En réalité, le partage du train en tranches égales par les freins est théorique et suppose des freins de même valeur. Comme dans la pratique les freins peuvent avoir des poids différents, il faut avoir égard, pour préciser cette règle du classement, à

la nécessité de placer les freins de telle façon que sur une ligne inclinée, ils soient disposés de façon à se trouver devant la tranche correspondante dans le sens de la pente ; de la sorte, en cas de scindage, dans les conditions les plus défavorables, on dispose toujours au moins du freinage strictement nécessaire. C'est ainsi que les tranches, au lieu d'être strictement égales, sont proportionnelles au poids des freins correspondants.

Nous avons vu que, dans notre réglementation, la proportionnelle s'applique au train seulement, locomotive non comprise. L'intervention de la locomotive dans le freinage peut s'énoncer comme suit :

1) Lorsque la ligne a une inclinaison de 5‰ ou moins et que la locomotive est munie du frein à air, celle-ci intervient pour 4 unités-freins dans le freinage du train. Sur de telles lignes, les trains sont d'ailleurs remorqués en simple traction.

2) Lorsque la ligne a une inclinaison de plus de 5‰ , la locomotive intervient comme réserve, qu'elle soit munie ou non du frein à air.

3) Lorsque le train est allégé, il faut distinguer deux cas :

a) Si la ligne est en pente ou rampe continue, la locomotive d'allège se place le plus souvent respectivement en tête ou en queue et elle intervient dans le freinage pour un certain nombre d'unités-freins, proportionnel à son poids.

b) Si la ligne est en pente ou rampe alternatives, la locomotive d'allège se place généralement en queue et elle intervient dans le freinage pour un certain nombre d'unités, proportionnel à son poids. Si elle est en tête, elle ne compte pas, à cause de la dérive.

On admet généralement qu'il ne faut se préoccuper spécialement de la dérive que pour les lignes de 10‰ et au-delà et que, lorsqu'il y a une allège en queue, la dérive n'est pas à craindre avec les règles ordinaires.

On place sous des réglementations spéciales les lignes dites à fortes rampes (20‰ et au-delà) ; pour ces lignes, on place un

certain nombre de freins groupés en tête ou en queue.

Si nous reprenons le cas d'une ligne à pente et rampe alternatives, pour un train en simple traction ou une ligne à inclinaison de 5‰ ou moins, il est aisé de voir que si, en rampe, chaque frein desservi se trouve à l'arrière de la partie qu'il retient, en pente, on peut admettre que la locomotive se substitue au fourgon et qu'ainsi il y a toujours un frein en tête d'une tranche approximativement proportionnelle au frein correspondant.

Supposons par exemple un train de 180 unités sur une ligne dont la proportionnelle est $1/14$; il faudra $180 : 14 = 12,8$ ou 13 unités freins. Les tranches seront constituées comme suit, supposant que le fourgon compte pour 4 unités freins et qu'on dispose de 3 freins de 3 unités chacun:

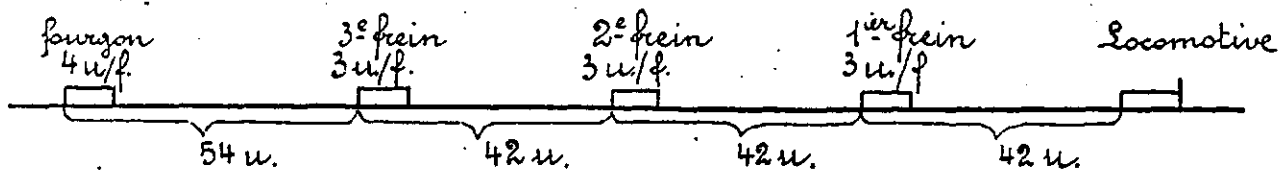
1^{er} frein, 3 unités, retient $3 \times 14 = 42$ unités.

2^d " , 3 " , " $3 \times 14 = 42$ "

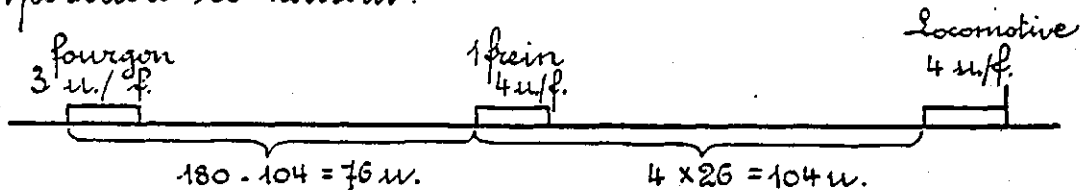
3^e " , 3 " , " $3 \times 14 = 42$ "

4^e " , 4 " , " le reste ou 54 unités, ce qui donne

la disposition ci-après



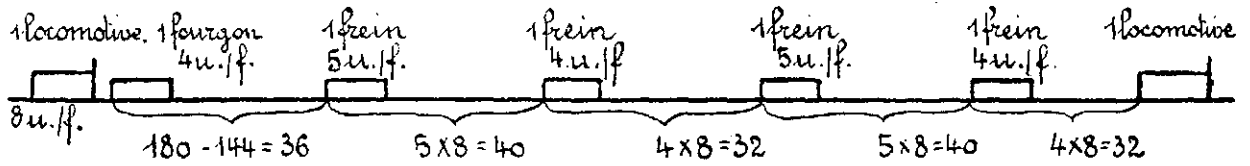
Soit encore un train de 180 unités sur une ligne de 3‰ , locomotive avec frein à air, proportionnelle $1/17$. Il faut $180 : 17 = 10,6$ ou 11 u/f. En décomptant le moteur, il faut $11 - 4 = 7$ u/f dans le train. Soit un fourgon de 3 u/f. et un frein de 4 u/f. On aura la disposition ci-dessous:



Il reste 7 u/f dans le corps du train soit $180 : 7 = 26$ u. par unité-frein.

Enfin supposons le cas de la double traction, une locomotive d'allège en queue comptant pour 8 u/f, charge 180 u, proportionnelle $1/6$. Il faut $180 : 6 = 30$ u/f soit $30 - 8 = 22$ u/f dans le corps du train constituées par exemple par 2 freins à 5 u/f, 2 à 4 u/f et un

fourgon à 4 u./f. On devra diviser le train en tranches de $180 : 22 = 8 \text{ u.}$, soit le classement suivant :



Ces règles ne sont pas toujours très judicieuses : on ne tient pas un compte systématique du poids freiné de la locomotive ou on n'en tient compte que d'une façon plus ou moins arbitraire. Lorsqu'on a fait ces règles, peu de locomotives disposaient du frein à air ; celles-ci étaient munies du frein à contre-vapeur qui, tout en n'intervenant pas dans le calcul du freinage, était utilisé d'une façon courante ; le frein du tender était considéré comme frein de réserve.

Actuellement la plupart des locomotives sont munies du frein à air, leur poids freiné a fortement augmenté et si l'on évalue de façon plus précise le poids des trains, on pourra faire intervenir les locomotives dans le freinage de façon plus judicieuse, sauf à modifier la proportionnelle en conséquence.

Soient toujours P le poids du train, locomotives non comprises, p son poids freiné, T et t le poids total et le poids freiné de la ou des locomotives, k la proportionnelle. On devra avoir :

$$k = \frac{p + t}{P + T}$$

ce qui donne, car c'est p que l'on cherche :

$$\begin{aligned} p &= k(P + T) - t \\ &= kP - (t - kT) = kP - A \end{aligned}$$

si $A = t - kT$.

On interprète aisément ce résultat en remarquant que A est l'excédent du poids freiné t de la locomotive sur le poids freiné kT nécessaire pour la retenir elle-même ; cet excédent A réduit d'autant le poids freiné kP qui serait nécessaire pour retenir le train, locomotive non comprise.

Si l'on fait intervenir la dérive, et que k' soit la proportionnelle correspondant à la dérive, il faudra dans le train un poids freiné $k'I$ dont on ne tiendra compte que si $k'P$ est plus grand que p .

Chapitre II. Les locomotives.

I Caractéristiques des locomotives.

L'utilisation rationnelle des locomotives exige la connaissance de la signification des caractéristiques qui différencient entre eux les divers types de machines. Les caractéristiques doivent décider du choix du moteur qui convient le mieux dans des conditions de remarques déterminées. Nous examinerons successivement les caractéristiques essentielles qui intéressent les services du mouvement au point de vue de la chaudière, du moteur (machine) et du véhicule.

9. Chaudière. - A. Foyer. Le genre de foyer est intimement lié à la nature du combustible que l'on brûle et au régime de chauffe qui doit y correspondre. Il y a lieu de distinguer:

1^o) Au point de vue de leur profondeur:

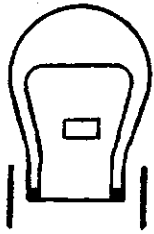
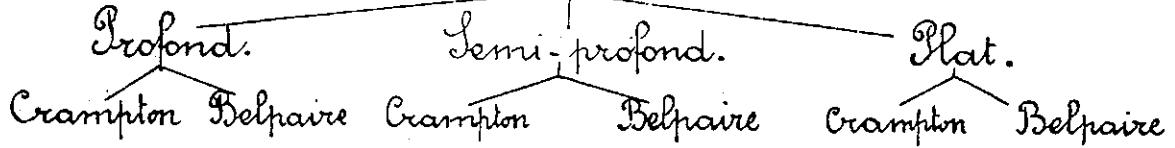
a) les foyers profonds, primitivement utilisés pour y brûler exclusivement du combustible en gros morceaux (briquettes), sous forte épaisseur (locomotives type 17 et 15 F.P.). Ces foyers ont presque totalement disparu de notre réseau.

b) les foyers semi-profonds, qui permettent de brûler un mélange de briquettes et de menu. L'expérience a prouvé que la proportion de menu peut être poussée très loin dans ce genre de foyer, selon la nature du service à effectuer. Dans bien des cas, l'on y brûle même couramment 100% de menu. Le foyer semi-profond s'est généralisé d'une façon presque absolue sur notre réseau. Grâce à une patiente et méthodique éducation du personnel, il a été possible d'atteindre dans l'alimentation de ces foyers une proportionnelle de 20 à 30% de briquettes;

c) les foyers plats (ou foyers "Belpaire" des locomotives dites "charbonnières"), qui permettent de brûler en toute circonstance du charbon menu exclusivement sous faible épaisseur. Ce genre de foyer (locomotives type 2-4-5-11-23-25-28-29) tend à disparaître complètement en Belgique. Toutefois, notre

Classification des divers types de foyers des locomotives en service sur le réseau de l'Etat Belge.

I Foyer plongeant.



—



—



Types de locomotives

15 fr.-
17-22

Néant

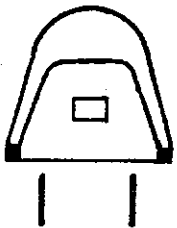
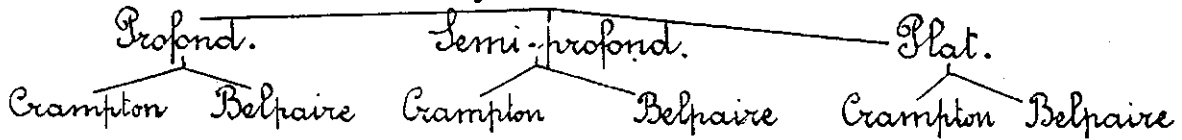
9-12^b-13-15 mp.
16^b-18-18^b-18^s-25^b
30-32-32^s-35^s-P8.
S6-S10-S10¹-S10²
G5-G7-G8-G8¹-G9
G10-T9³-T12-T13
T14-T16.

Atlantic
8-8^{bis}
33-37

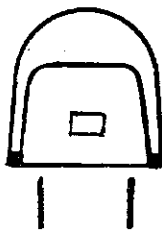
Néant

1-2-4-11-
23-28-29
51.

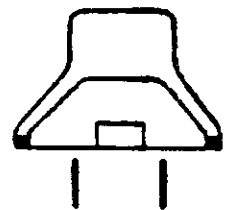
II Foyer débordant.



—



—



Types de locomotives

S9

Néant

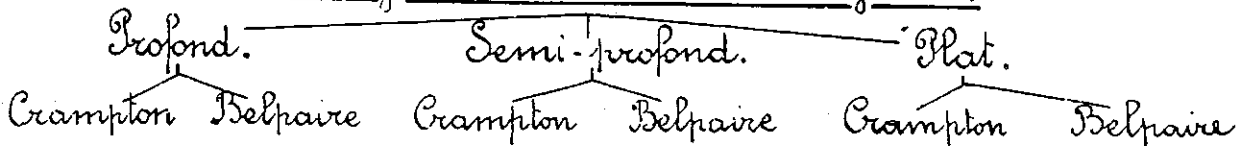
10-36-38.
G12.

14

Néant

12-25

III Foyer à cadre au droit des longerons.



—

—



—

—

—

Type de locomotives.

Néant

Néant

40

Néant

Néant

Néant

réseau en conservera, en principe, encore quelques spécimens pour certaines locomotives légères ou de manœuvres (locomotives type 23-11-51);

2°) au point de vue de la forme du foyer :

a) les foyers à berceau cylindrique (Crampton)

Exemple : locomotives type 9-10-510-P8 etc.;

b) les foyers à boîte à feu carrée (Belpaire)

Exemple : locomotives type 8-8 bis-33-Atlantique-23 etc.;

3°) au point de vue de la disposition du foyer par rapport aux longerons :

a) le foyer plongeant entre longerons. Ex: locomotives type

9-8-8 bis-Atlantique, etc.;

b) le foyer débordant. Ex: locomotives type 25-type 10 etc.;

c) le foyer à cadre disposé au droit des longerons (locomotives type 40).

Le tableau ci-contre donne le classement de nos types de locomotives à ce triple point de vue.

B. Surface de chauffe. Soit S la surface de chauffe, g la surface de grille et $\frac{S}{g}$ le rapport de ces deux surfaces.

Il y a lieu de distinguer la surface de chauffe directe et la surface de chauffe indirecte, constituée exclusivement par les tubes à fumée.

Une trop grande surface de chauffe correspond à une longueur exagérée des tubes, qui donne une vaporisation plus économique mais moins active. Cette économie est d'ailleurs rapidement compensée par la perte due à la contre-pression aux cylindres qui entraîne alors le tirage plus énergique nécessaire. Par contre, une trop faible surface de chauffe, caractérisée par des tubes trop courts, est défavorable à l'économie parce qu'elle laisse perdre trop de chaleur par les gaz qui s'échappent trop chauds. D'autre part, elle assure une vaporisation plus active avec un tirage moindre, mais l'activité de la vaporisation, d'abord

augmentée au fur et à mesure de la diminution de la longueur des tubes, finit elle-même par devenir insuffisante en raison de l'utilisation de plus en plus déféctueuse de la chaleur des gaz.

A ces deux cas extrêmes correspondent donc deux valeurs-limites du rapport $\frac{S}{g}$, en dehors desquelles l'économie n'est pas assurée. Entre ces limites, le rendement économique de la chaudière est d'autant meilleur que le rapport $\frac{S}{g}$ est plus élevé. En d'autres termes, la production de la vapeur est d'autant plus économique que la surface de chauffe est plus grande en proportion de la surface de grille. A ce point de vue il y a donc avantage à augmenter le rapport $\frac{S}{g}$ sans toutefois exagérer celui-ci. Dans les locomotives modernes, la plupart à foyer semi-profond, le rapport $\frac{S}{g}$ oscille entre 45 et 75.

Exemples.

Types	$\frac{S}{g}$	Types	$\frac{S}{g}$
8 et atlantique	72	37	55
9 et 185	49,5	38	45,3
10 et 8 bis	52	G 8 ¹	55
S10 et S10 ²	53,25	G 9	64,8
S10 ¹	52,80	G 10	57,15
P 8	57	G 12	66
36	47		

Il semble que la valeur 75 soit la limite supérieure du rapport $\frac{S}{g}$ qu'il convient de ne pas dépasser pour ne pas nuire au bon rendement.

On admet généralement pour les locomotives à marchandises, où la puissance de vaporisation est moins prédominante et où l'on recherche plutôt l'économie, un rapport $\frac{S}{g}$ un peu plus élevé que pour les locomotives à grande vitesse, ce qui procure en même temps, pour les premières, un poids adhérent plus grand. Le principe n'a toutefois rien d'absolu, attendu que pour les

puissantes locomotives modernes à marchandises, l'on ne peut exagérer la longueur de la chaudière déjà suffisamment lourde.

Il convient de remarquer qu'avec une combustion peu active (faible poids de combustible brûlé par mètre carré de surface de grille et par heure) une surface de chauffe réduite peut suffire. C'est ainsi que nos locomotives charbonnières qui brûlent du charbon menu sous faible épaisseur et par conséquent un poids réduit par mètre carré de grille, offrent une surface de chauffe relativement petite comparativement à la surface de grille. Pour ces locomotives le rapport $\frac{S}{g}$ descend, en effet, sensiblement plus bas que pour nos locomotives modernes à foyer semi-profond qui brûlent un plus grand poids de combustible par m² de grille.

Exemples.

types	$\frac{S}{g}$
1	32.4
2-4-28-29	39.7
11	25.6
12	25.1
16	23.5
25	23.75

Dans le même ordre d'idées, nos locomotives types 15 et 18, à foyer mi-profond, qui brûlent le combustible sous une moyenne épaisseur (intensité de chauffe moyenne) offrent un rapport $\frac{S}{g}$ moins élevé que celles types 15 et 17, à foyer profond et à surface de chauffe sensiblement égale, mais qui brûlent le combustible sous forte épaisseur.

Exemples.

Locomotives à foyer profond				Locomotives à foyer semi-profond			
types	S	g	$\frac{S}{g}$	types	S	g	$\frac{S}{g}$
type 17	126.48	1.92	66	type 18	127.6	2.07	61.5
type 15 F.P.	95.78	1.82	52.5	type 15 F.S.P.	97.22	2.52	38.5

Enfin l'application de la surchauffe, qui augmente la puissance de la chaudière, permet de réduire d'une manière assez sensible la surface de chauffe, ce qui conduit à constater qu'à égalité de surface de grille les chaudières à surchauffe se caractérisent par un rapport $\frac{S}{Q}$ plus faible que celles à vapeur saturée.

Exemples :

Nos locomotives type 8, atlantique et 8 bis offrent la même surface de grille, mais pour les deux premières, à vapeur saturée, le rapport $\frac{S}{Q} = 72$, tandis que pour la 8 bis, à surchauffe, ce rapport n'est plus que de 52.

C. Surface de grille. Sa surface de grille dépend de la nature du combustible utilisé et de la quantité de chaleur à produire par heure.

Sa nature du combustible détermine l'épaisseur sous laquelle il est brûlé sur la grille.

En principe, des combustibles de faible pouvoir calorifique ou de faible grosseur, tels que le bois, la tourbe, la lignite, le charbon menu et en général les charbons maigres ou à combustion lente, sont brûlés sous faible épaisseur et exigent de grandes surfaces de grilles (locomotives "charbonnières"). Par contre, les combustibles en roche, les briquettes, etc. permettent l'usage de grilles plus petites parce qu'ils doivent être brûlés sous une épaisseur plus grande (foyers semi-profonds).

Cependant, pour un même combustible, l'épaisseur du feu sur la grille est d'autant plus élevée que l'activité du feu est plus grande.

Pour un même combustible, il existe donc un poids moyen brûlé par m^2 de surface de grille et par heure, poids qui variera entre certaines limites suivant l'activité du feu. C'est ce poids moyen, nécessaire pour obtenir par heure la quantité de chaleur correspondant à la vaporisation à produire, qui sert à déterminer la surface de grille.

Celle-ci augmentera donc, toutes choses égales, avec la puissance de la chaudière.

Enfin, à égale activité de feu (même poids de combustible brûlé par heure et par m² de surface de grille), la vaporisation sera d'autant plus abondante et par conséquent, la chaudière d'autant plus puissante, que la surface de grille est plus grande en proportion de la surface de chauffe; cet accroissement de puissance n'est toutefois acquis qu'au détriment du rendement économique. Nous avons vu, en effet, que, dans certaines limites, l'économie est d'autant meilleure que le rapport $\frac{S}{q}$ est plus grand.

D. Influence de l'activité de la combustion sur l'économie.

La surface de la grille rapportée à la surface de chauffe n'est pas le seul facteur qui influence le rendement de la chaudière. Celui-ci, en effet, dépend en outre de l'activité du feu, c'est-à-dire du poids de combustible brûlé dans l'unité de temps par mètre carré de surface de grille. Pour une même locomotive, et pour des conditions de remarque données, la production de vapeur rapportée au mètre carré de surface de chauffe, augmente avec l'activité du feu.

En service normal, l'on peut compter sur une combustion de 250 à 300 kg par heure et par mètre carré de surface de grille. Dans les locomotives assurant des trains rapides, qui nécessitent une vaporisation plus abondante, l'on arrive souvent à brûler jusqu'à 500 et même 800 kg par heure et par mètre carré de surface de grille. Il en est de même dans le cas de la remarque de trains lourds devant gravir des rampes d'une certaine longueur.

Mais toute augmentation de puissance de vaporisation redevable à une activité de feu plus grande, est acquise au détriment du rendement économique de la chaudière.

Celui-ci, en effet, varie en raison inverse de l'activité du feu; il est d'autant meilleur que l'activité du feu est moindre, pour autant bien entendu que celle-ci reste compatible avec les conditions de remorque imposées. Autrement dit: avec une activité de combustion relativement faible, la vaporisation est moins intense, mais chaque kilo de vapeur est obtenu plus économiquement, la chaleur fournie par le combustible étant mieux utilisée par la surface de chauffe.

Ainsi, pour fixer les idées, avec un rapport $\frac{S}{F} = 50$, en brûlant 500 kg de charbon par heure et par mètre carré de surface de grille, le rendement de la chaudière sera, par exemple, 60%, alors qu'en ne brûlant que 300 kg par heure et mètre carré de surface de grille, le rendement peut s'élever à 75%. Avec un rapport plus élevé soit $\frac{S}{F} = 60$, et les mêmes activités de combustion de 500 kg. et de 300 kg., le rendement sera, par exemple, respectivement de 71% et de 76%.

Conclusions, ceci nous montre tout l'intérêt qu'il y a, au point de vue économique, à brûler le combustible sous la plus faible épaisseur compatible avec les conditions de remorque. Or, la quantité d'un combustible donné qu'il est possible de brûler par unité de temps et par mètre carré de surface de grille dépend essentiellement du tirage qui, lui-même, dépend de la tuyère d'échappement.

Pour un type de locomotive déterminé, c'est donc sur la tuyère qu'il faut agir si l'on recherche la chauffe la plus économique, toutes conditions égales d'ailleurs.

E. Vaporisation, La production de vapeur d'une même chaudière ou vaporisation vraie, dans une certaine limite, d'après la nature du combustible et l'allure de la combustion. Mais on peut obtenir une vaporisation plus ou moins abondante en consommant un même combustible. l'activité du feu étant la

même. Toutes choses égales, une bonne vaporisation dépend : a) du degré d'efficacité de la combustion; b) du degré de perméabilité plus ou moins grande qui offrent les parois de la surface de chauffe à la transmission de la chaleur.

a) Une efficacité satisfaisante de la combustion s'obtient par la conduite rationnelle du feu, combinée avec de bonnes conditions de tirage.

— La conduite rationnelle du feu, dont les règles seront exposées en détail par la suite, nécessite un appel d'air le plus régulier possible et approprié à l'activité du feu : de toute façon, un léger excédent d'air paraît devoir donner la combustion la plus complète et, par suite, la plus économique. Un appel d'air insuffisant provoque une combustion incomplète, tandis qu'un appel d'air trop abondant est nuisible également. Dans des conditions de bonne combustion, la température du foyer est élevée (feu clair ou ardent suivant l'allure). Avec une activité de feu élevée (combustible brûlé sous forte épaisseur, par exemple dans les foyers profonds) la température à l'intérieur du foyer peut atteindre 1500 à 1600° au maximum. Avec une épaisseur de feu moindre, et un excédent d'air un peu plus grand, l'on ne peut guère compter sur plus de 1200 à 1300°.

La température la plus élevée se rencontre le plus souvent vers l'avant du foyer, sous la voûte, ou bien, vers le milieu de la grille, à l'arrière de celle-ci et sur les côtés, la température est moins élevée.

— Quant au tirage, dont dépend essentiellement la quantité d'air appelée au travers de la grille, il résulte en partie des coups d'échappement anticipé, et en partie de l'échoulement de la vapeur lors de l'échappement proprement dit.

Par conséquent, l'appel d'air sera d'autant plus régulier, et par suite la vaporisation, d'autant meilleure, que la pression d'échappement anticipé est moins élevée. C'est à cette particularité que les locomotives compound doivent

leur supériorité sur celles à simple expansion au point de vue du rendement économique de la chaudière aux grandes vitesses. En outre, l'expérience a démontré que les locomotives à double expansion et à 2 cylindres vaporisent aussi bien que celles à simple expansion, bien que, dans le même temps, les locomotives à double expansion ne donnent que la moitié du nombre de coups d'échappement. Cela tient à ce que la vitesse d'écoulement de la vapeur à la sortie de la tuyère d'échappement augmente avec la surface du piston. Dans le même ordre d'idées, il a été reconnu que des locomotives avec des cylindres relativement grands se caractérisent par une combustion plus parfaite que celles à cylindres plus petits.

La dépression dans la boîte à fumée, qui donne la mesure de l'intensité du tirage et, par conséquent, le degré d'activité de la combustion, peut, avec du bon combustible, atteindre 100 à 120 m/m d'eau, et même se maintenir à ce taux, aussi longtemps que la locomotive fournit son travail maximum.

Un tirage trop énergique augmente l'activité de la combustion au détriment de l'économie (arrachement du feu). Insuffisant, il ralentit la vaporisation et nuit également à l'économie (combustion incomplète).

L'influence du vide dans la boîte à fumée sur la vaporisation est capitale. Aussi l'on ne saurait assez veiller à obtenir, en tout temps, une raréfaction aussi parfaite que possible (étanchéité absolue de la boîte à fumée, tuyère de section et de hauteur judicieusement établies, cheminée et tuyère parfaitement centrées, etc). Sous ce rapport, il serait désirable et avantageux que toutes les locomotives fussent munies d'un déprimomètre à colonne d'eau renseignant à tout moment le machiniste sur le vide réalisé dans la boîte à fumée et par conséquent sur le degré d'étanchéité de celle-ci.

À défaut d'une indication de l'espèce, certains in-

dices permettent cependant de se rendre compte d'anomalies de tirage, nuisibles à une bonne vaporisation. En effet, l'écoulement continu des gaz au travers du faisceau tubulaire et l'égalité de répartition de la combustion sur toutes les parties de la grille dépendent essentiellement du niveau occupé par la tuyère d'échappement par rapport au niveau de la section la plus étroite de la cheminée. Or, un niveau trop élevé provoque l'entraînement des gaz au travers des tubes des rangées supérieures ainsi qu'une activité de combustion et des arrachements de fer plus violents du côté de la porte, avec production abondante de fraïsil. D'autre part, une tuyère trop basse provoque le passage de gaz au travers des tubes des rangées inférieures, une activité de combustion et un arrachement de fer plus marqué du côté de la tôle tubulaire, beaucoup de fraïsil et, le plus souvent, une ébullition tumultueuse et le primage de la chaudière.

b) La transmission de la chaleur au travers de la surface de chauffe est d'autant plus parfaite :

1°) que la différence de température entre les deux milieux : gaz et eau, est plus élevée. Sous ce rapport, il semble donc que les tubulures trop longues soient désavantageuses, l'écart de température entre les gaz et l'eau devenant relativement faible vers l'extrémité du faisceau tubulaire ; l'expérience semble indiquer qu'une longueur de tubes de 4m à 4.50m paraît convenable et préférable aux longueurs de 5 et 5.50m qui sont employées dans certaines locomotives. D'autre part, la vaporisation diminue également quand les tubes sont trop courts ; la longueur de 3 mètres semble constituer un minimum.

En marche normale la température dans la boîte à fumée varie entre 300 et 400° ;

2°) que le débit des gaz, c'est-à-dire la quantité lé

chant la surface de chauffe dans l'unité de temps, est plus grand, la vitesse d'écoulement des gaz qui correspond à ce débit restant compatible avec la longueur des tubes. Cette condition est réalisée moyennant des données constructives judicieusement établies et avec une intensité de tirage régulière et suffisante;

3°) que la répartition de la surface de chauffe indirecte au sein de la masse d'eau est plus parfaite. Sous ce rapport le nombre de tubes doit être le plus grand possible, qualité qui assure dans la chaudière une dispersion plus rapide de la chaleur fournie par le combustible;

4°) que l'état de propreté des surfaces de chauffe, tant du côté du feu que de celui de l'eau, est plus parfait. A ce point de vue apparaît toute l'utilité, voire la nécessité absolue, du ramonage fréquent des tubes, d'une évaporation convenable des eaux, et du lavage périodique des parois intérieures de la chaudière.

F. Mesure de la vaporisation. Puisant que l'on a en vue a) la production ou b) le rendement, on rapporte la vaporisation à un élément fixe de la surface de chauffe ou au kilogramme de combustible brûlé.

a) Dans la première hypothèse, on considère par exemple le poids d'eau vaporisée par heure et par mètre carré de surface de chauffe. Celui-ci peut atteindre 60 kg avec un combustible de bonne qualité. En service normal, la vaporisation horaire atteint en moyenne 50 kg par mètre carré de surface de chauffe dans les locomotives à voyageurs, et 40 kg dans les machines à marchandises. Dans les cas les plus favorables (combustible à pouvoir calorifique élevé) la vaporisation horaire atteint quelquefois 65 à 70 kg. par $m^2/s.$ de chauffe.

b) Le coefficient de vaporisation, ou poids d'eau vaporisé par kg de combustible brûlé varie avec la nature

du combustible utilisé, avec l'activité du feu et selon la qualité de la vapeur produite. Toutes choses égales, il donne la mesure du rendement de la chaudière au point de vue de l'utilisation de la chaleur fournie par un combustible donné. Dans une même locomotive le kg de charbon brûlé produira un poids de vapeur d'autant plus élevé et une qualité de vapeur d'autant meilleure ⁽¹⁾ que, dans certaines limites, l'activité du feu est moindre.

Un combustible de bonne qualité fournit un coefficient de vaporisation plus élevé. ainsi avec de bons charbons en roche ou de bonnes briquettes, on vaporise facilement 8 à 9 kg. d'eau. avec un combustible moyen on peut atteindre 8 kg., mais il est préférable de ne compter que sur 7 kg (vapeur saturée).

Il est à remarquer que, toutes choses égales, pour les locomotives à surchauffe, le coefficient de vaporisation est un peu moins élevé, ce qui est d'ailleurs logique, attendu qu'une partie de la chaleur fournie par le combustible est utilisée pour produire la surchauffe : le kg. de charbon engendre moins de kg de vapeur, mais chaque kg de vapeur produite contient plus de chaleur, donc plus de capacité de travail. En d'autres termes, la quantité de vapeur produite est moindre, mais sa qualité est meilleure. On estime généralement qu'en service courant, avec une activité de feu normale, un kg. d'un combustible moyen produit 6,5 kg de vapeur à haute surchauffe (300 à 350°).

Ses chiffres suivants, présentés sous forme de graphique (fig 10) montrent, à titre d'exemple, l'influence de l'activité du feu sur la production de vapeur rapportée au kg de combustible brûlé et sur la qualité de la vapeur obtenue (titre et surchauffe).

⁽¹⁾ La vapeur saturée sèche est celle qui ne contient pas d'humidité ou d'eau en suspension; son titre est 1. Sa qualité de la vapeur va en diminuant à mesure qu'elle se condense, c'est-à-dire qu'elle contient plus d'eau; le titre devient 0. Quand 0.1 du poids de la vapeur s'est transformé en eau.

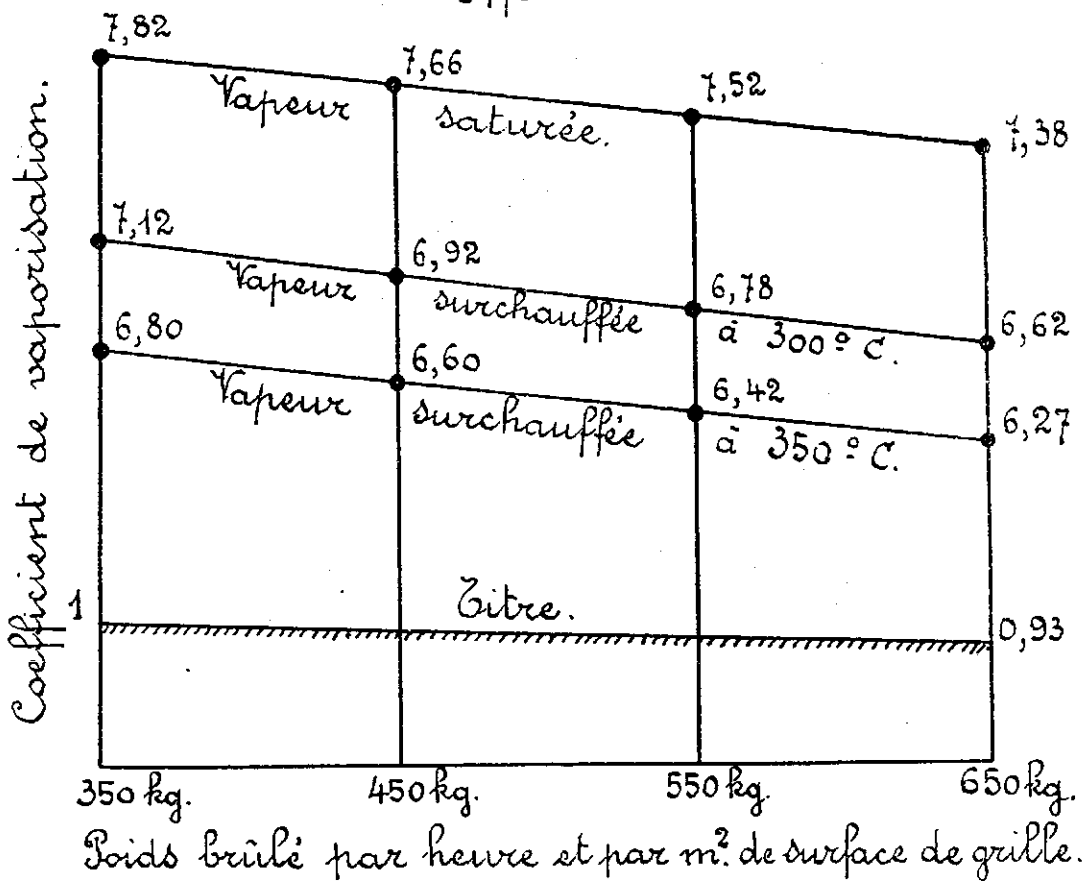


fig. 10.

Il ressort nettement de ce graphique qu'une activité relativement faible de la combustion améliore le coefficient de vaporisation et le titre de la vapeur, et par suite le rendement économique de la chaudière. S'en voit en même temps que, pour chaque allure du feu, la surchauffe diminue le coefficient de vaporisation, et cela d'autant plus que la surchauffe est poussée plus loin, c'est-à-dire que la qualité de la vapeur est rendue meilleure.

G. Timbre. Un facteur important qui influe sur l'utilisation économique de la vapeur est entre autres le timbre de la chaudière, c'est-à-dire la pression de travail. On sait, en effet, que le rendement de la machine à vapeur est d'autant plus élevé que l'écart des températures entre lesquelles la vapeur évolue dans le cylindre est lui-même plus élevé. Sous ce rapport les hautes pressions sont donc favorables à l'économie attendu qu'avec l'augmentation de pression correspond l'augmentation de la température d'admission aux cylindres. C'est ainsi que dans les locomotives modernes, le timbre a été porté à une valeur aussi élevée

que le permettent les conditions de construction normales de la chaudière locomotive et le souci de maintenir son étanchéité. On s'est limité dans ces conditions à 14 à 15 kilos par cm^2 pour les locomotives à simple expansion et 16 kilos par cm^2 pour les machines à double expansion.

10. Machine. - A) Locomotives à vapeur saturée et à simple expansion.

La vapeur saturée n'est guère plus employée que dans les locomotives de faible et de moyenne puissance, ainsi que dans les machines de manœuvres pour lesquelles les perfectionnements modernes (surchauffe et double expansion) ne sortiraient pas leurs effets.

a) Locomotives de route.

Notre effectif de machines à vapeur saturée et à simple expansion encore en service, est constitué :

- 1°) d'une partie de nos anciennes locomotives charbonnières (types 11 légères à voyageurs - 2 - 4 mixtes - 25 - 28 - 29 à marchandises), parmi lesquelles certaines ont reçu une chaudière à foyer mi-profond (12 bis à voyageurs - 25 bis à marchandises);
- 2°) de machines de conception anglaise (types 15 - 17 - 18 à voyageurs - 30 et 32 mixtes);
- 3°) de quelques locomotives à marchandises du type allemand (G 9 et G 7¹).

Toutes ces machines sont à 2 cylindres seulement, disposés intérieurement aux longerons, sauf dans le cas de la G 9 dont les cylindres sont extérieurs.

b) Locomotives de manœuvre. Notre effectif comprend :

- 1°) les machines des types 23 et 51 de construction belge ainsi que les machines n° 150 à 223 G.C.B.;
- 2°) celles des types 22 - 50 et 52, de construction américaine;
- 3°) enfin, celles de construction allemande, des types T 9³ et T 13

Toutes ces machines sont également à 2 cylindres disposés extérieurement aux longerons, sauf dans le cas du type 51 dont les cylindres sont intérieurs.

B). Locomotives à double expansion.

Au point de vue économique l'avantage de la double expansion sur la simple expansion réside essentiellement dans le fait que l'écart total des températures extrêmes de la vapeur est partagé entre deux cylindres successifs. De là, une réduction notable des pertes de chaleur par condensation de la vapeur sur les parois de chacun des deux cylindres. Or, ces pertes ne s'ajoutent pas, attendu que la quantité de vapeur qui s'est condensée pendant l'admission dans le 1^{er} cylindre s'y reévapore pendant l'échappement pour être récupérée par le second. Dans ces conditions la perte finale se trouve réduite à celle relativement peu élevée du second cylindre.

On peut ajouter à cet avantage essentiel les avantages secondaires suivants :

- 1°) la double expansion permet de pousser plus loin la détente et, par suite, d'arriver à une meilleure utilisation de la vapeur. En outre, après détente finale, la pression de la vapeur d'échappement, à la sortie du second cylindre, est moins élevée que dans les locomotives à simple expansion, mais encore suffisante pour assurer le tirage. De là une activité de combustion moindre, un rendement meilleur de la chaudière et un arrachement plus réduit du feu;
- 2°) les admissions étant plus longues dans chacun des deux cylindres et les différences de pressions moyennes des deux côtés des pistons, moins importantes, il en résulte :

a) une régularité plus grande du travail moteur, d'où meilleure utilisation de l'adhérence de la locomotive;

b) moins de fatigue pour le mécanisme, par suite d'une moindre variation des efforts pendant le tour;

c) une étanchéité meilleure des distributeurs et pistons.

- A noter que l'étendue plus grande de la surface totale des cylindres offerte à la condensation réduit un peu les avantages économiques des locomotives à double expansion.

La supériorité de la locomotive à double expansion sur celle à simple expansion et à vapeur saturée est actuellement reconnue

d'une manière presque générale, notamment pour les grandes vitesses, pour de longs trajets comportant peu d'arrêts, et sur des lignes de profil peu accidenté. L'économie de consommation réalisée avec les locomotives à double expansion, comparées à des locomotives à simple expansion de même puissance et de construction similaire, peut se chiffrer par 10 à 12% de charbon et par 8 à 10% d'eau. A égalité de consommations de combustible et d'eau, et moyennant une appropriation judicieuse des dimensions de la chaudière et du moteur, on peut atteindre, pour les locomotives à double expansion, un accroissement de puissance du même ordre.

Il faut noter que la double expansion ne convient absolument pas pour les locomotives de manœuvres. Elle convient tout aussi peu pour les locomotives destinées à circuler sur des lignes à profil accidenté, et également très peu pour les locomotives de trains de banlieue à arrêts fréquents et de trains de marchandises.

Les considérations se justifient en tenant compte de ce que l'économie de la double expansion ne commence à se faire réellement sentir qu'à partir d'un degré d'admission et d'une vitesse déterminés, c'est-à-dire au-delà d'une certaine puissance développée. Les locomotives à double expansion, en effet, offrent sur celles à simple expansion les avantages dus à une moindre activité de la combustion, avantages qui s'accroissent aux grandes vitesses.

C'est pourquoi l'utilisation de locomotives à simple expansion est souvent plus économique sur des lignes difficiles (profil accidenté à dents de scie, à fortes rampes, etc.). Il convient, dans ces conditions, d'éviter, dans la mesure du possible, l'utilisation de locomotives à double expansion sur les lignes telles que Bruxelles - Arlon, Bruxelles - Charleroi - Bruxelles - Courtrai, Liège - Herbesthal, etc..

- Un inconvénient des locomotives à double expansion réside

dans les difficultés de démarrage et l'impuissance à gravir de fortes rampes sous forte charge.

On a remédié à ces deux inconvénients en munissant les locomotives à double expansion d'appareils spéciaux permettant de transformer momentanément et à volonté la locomotive à double expansion en locomotive à simple expansion. De là une certaine complication. En outre l'utilisation de ces appareils a pour effet d'entraîner des fatigues exagérées pour le mécanisme.

Les machines à double expansion peuvent fonctionner en mode compound ou en mode Woolf.

- Dans la disposition Woolf, la vapeur qui sort du premier cylindre (petit cylindre ou cylindre H.P.) est transvasée directement dans le second cylindre (grand cylindre ou cylindre de détente, ou cylindre B.P.). L'échappement du H.P. correspond à l'admission du B.P. Dès lors les deux manivelles motrices correspondantes doivent être calées à l'opposé l'une de l'autre.

Le système Woolf ne peut donc s'employer qu'avec deux groupes de deux cylindres, soit au total avec 4 cylindres. Les deux manivelles de chaque groupe sont à 180° , et les deux groupes entre eux, à 90° , ce qui correspond à deux machines Woolf absolument indépendantes et décalées de 90° entre elles, soit une machine Woolf de chaque côté de la locomotive.

Il faut remarquer que dans le dispositif Woolf, comme la communication existe entre les deux cylindres d'un même groupe pendant l'échappement H.P. et l'admission B.P., il en résulte que la pression pendant ces deux phases de la distribution n'est pas constante. Lors des démarrages et sur les rampes, l'admission directe de la vapeur au B.P. se fait par le conduit d'équilibre H.P., le conduit d'équilibre B.P. étant maintenu fermé. Les locomotives S10^e et S9 sont de ce système.

- Dans la disposition compound, par contre, la vapeur, à la sortie du cylindre H.P., se rend dans un réservoir intermédiaire dit "receiver", d'où elle est distribuée au B.P.

On peut ainsi caler les manivelles se rapportant à un même groupe H.P. - B.P. à 90° et la pression peut rester constante dans les deux cylindres pendant toute la durée de l'admission comme pendant toute la phase de l'échappement.

En outre, avec la disposition "compound", on peut grâce au receiver avoir soit 2, soit 3, soit 4 cylindres.

Les locomotives compound de notre effectif sont à 2 ou à 4 cylindres.

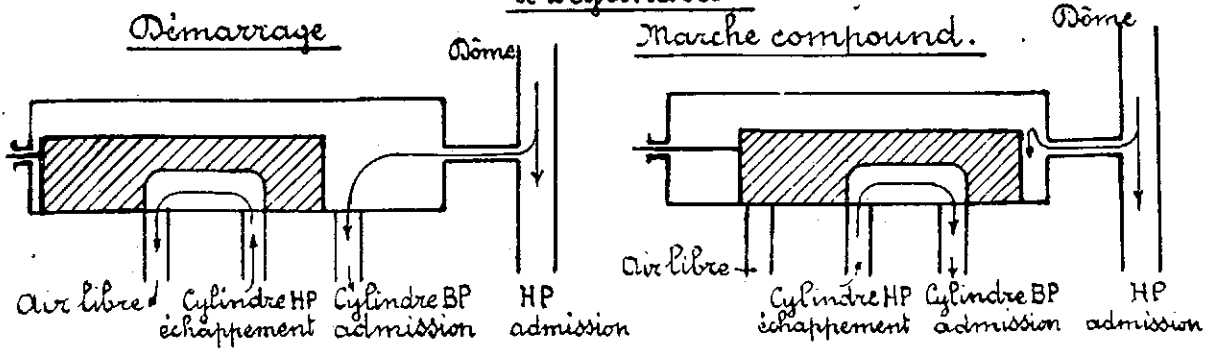
Locomotives Compound à 2 cylindres. L'état belge n'a

pas, à ce jour, construit de locomotives compound à 2 cylindres. Celles que nous possédons depuis l'armistice sont de construction allemande. Citons les types G 5⁴, G 7² et G 7³ à marchandises encore en service. Elles sont munies d'un dispositif de démarrage à tiroir du genre Wallett permettant de réaliser simultanément au moyen d'une seule commande :

- 1°) le découplément des deux cylindres;
- 2°) l'échappement direct du cylindre H.P.;
- 3°) l'arrivée de vapeur vive au cylindre B.P. (laminée par son passage dans un tuyau de faible section).

Nous donnons ci-après le principe de fonctionnement de ce type d'appareil :

Fonctionnement du dispositif de démarrage des locomotives compound à 2 cylindres.



Locomotives "compound" à 4 cylindres. Actuellement les seules locomotives compound à 4 cylindres en service sur notre réseau sont les machines des types 8 et atlantic, à vapeur saturée, 8 bis et 33 à vapeur surchauffée, toutes de construction belge. Les deux mécanismes H.P. et B.P. sont à distributions indépendantes. Le dispositif de démarrage est du type français de la Compagnie du Nord. Le découplément des cylindres H.P. et B.P. ainsi que l'échappement direct des cylindres H.P. sont réalisés moyennant un système d'obturateurs à lanternes tournantes, commandées par un servo-moteur à air comprimé.

L'admission directe de la vapeur aux B.P. se fait par injection de vapeur vive, à pression réduite, dans la chapelle commune des cylindres B.P. constituant le receveur.

Les locomotives type atlantic ne conviennent que sur des lignes plates où elles permettent de réaliser de grandes vitesses, sous charge relativement élevée.

Les locomotives 8 et 8 bis peuvent être utilisées sur des lignes dont les rampes ne dépassent pas 10 m/m. En principe elles ne conviennent pas sur des lignes accidentées, à fortes variations de profil et offrant des rampes supérieures à 10 m/m. Leur utilisation rationnelle et économique est tout indiquée sur les lignes plates et faiblement accidentées de Bruxelles à Ostende et à Anvers, de Bruxelles à Liège et de Bruxelles à Mons.

Enfin, les locomotives du type 33, destinées au service à marchandises, sont transitoirement utilisées concurremment aux locomotives type 38 pour des services de banlieue et semi-directs sur les lignes parcourues par ces dernières.

C). Locomotives à surchauffe. La surchauffe permet d'augmenter notablement la température à laquelle il est possible de porter la vapeur sans dépasser les pressions de 14 à 16 atmosphères auxquelles on est limité dans la pratique par des dimensions et la résistance d'organes

ou de matériaux.

Théoriquement la surchauffe augmente le rendement de la machine puisqu'elle accentue l'écart des températures extrêmes entre lesquelles évolue la vapeur. Pratiquement cet accroissement de rendement est dû, en ordre principal, à la diminution, voire à la suppression, des condensations initiales dans les cylindres. La vapeur surchauffée jouit, en effet, de la propriété de pouvoir se refroidir jusqu'au voisinage de sa température de saturation sans se condenser.

Elle est appliquée actuellement aux locomotives à double expansion comme à celles à simple expansion. L'économie de combustible, que son application procure, paraît atteindre 20% en moyenne dans les cas où la température de surchauffe est portée à 100° environ au-dessus de la température de saturation.

Mais l'emploi de la vapeur surchauffée n'évite pas seulement les condensations dans les cylindres : elle accroît encore sensiblement le volume de vapeur, la pression de celle-ci restant la même. Il en résulte que la production de la chaudière augmente, ainsi que la puissance de traction sous réserve de majoration correspondante du diamètre des cylindres.

Pour les mêmes raisons la surchauffe donne lieu à une économie notable de consommation d'eau, et celle-ci est plus élevée que l'économie de combustible. Or, la forte économie d'eau permet de choisir un tender plus petit. A capacité égale de soutes à eau, on peut parcourir des distances plus longues sans prise d'eau, ce qui est un avantage appréciable pour les locomotives-tenders.

Il est à remarquer que les chiffres d'économies de combustible et d'eau énoncés plus haut n'ont rien d'absolu. Il a été établi notamment, à la suite de nombreux essais effectués méthodiquement, que la surchauffe ne commence

à devenir économique qu'à partir d'une élévation de température de 50° au-dessus du point de saturation, et que, au delà de cet écart, l'économie croît rapidement. En d'autres termes, à timbre égal, l'économie devient d'autant plus sensible que le degré de surchauffe est plus élevé. De là résulte: qu'à égalité de température de vapeur surchauffée, l'économie devient plus appréciable aux timbres moins élevés parce que à ces derniers correspond une température de saturation plus basse et, par suite, un degré de surchauffe plus élevé (écart plus grand). Ainsi, par exemple, la surchauffe à 300°C donnera plus d'économie à la pression de 6 atm. (degré de surchauffe = $300^\circ\text{C} - 164^\circ\text{C} = 136^\circ\text{C}$) qu'à la pression de 12 atm. (degré de surchauffe = $300^\circ\text{C} - 191^\circ\text{C} = 109^\circ\text{C}$). Il y a lieu de conclure de là qu'à un timbre élevé doit correspondre une température de surchauffe élevée pour que la surchauffe devienne réellement économique. En outre le calcul démontre que la surchauffe est d'autant plus efficace que le degré d'admission est plus élevé.

Le graphique ci-contre donne une idée des économies en eau et en charbon que la surchauffe permet de réaliser à des degrés de surchauffe, à des timbres et à des degrés d'admission différents. Ces chiffres résultent toutefois de calculs purement théoriques et il est nécessaire, pour se faire une idée plus exacte de la valeur réelle de l'économie réalisée, de s'en rapporter aux résultats de nombreux essais de route et de ceux d'une expérience prolongée.

L'application de la surchauffe n'est cependant pas sans offrir certains inconvénients qui, en fin de compte, en réduisent le bénéfice:

1°) Il faut des huiles minérales (couteuses) pouvant résister aux hautes températures ainsi que des métaux convenables

Combustible

Économies de combustible en % réalisées à égalité de travail avec la vapeur surchauffée à 250° par rapport à la vapeur saturée sèche.

Économies de combustible en % réalisées à égalité de travail avec la vapeur surchauffée à 350° par rapport à la vapeur saturée sèche

Admission

					22,17	60%
					20,40	40%
					17,39	20%
					17,39	
					18,96	
					18,39	
					19,66	
					20,69	
					17,39	
					17,83	
					16,02	
					14,73	
					13,80	
					13,01	
					16,19	
					15,51	
					12,32	
					5,58	
					3,42	
					0,90	
					0,23	
					5,54	
					4,52	
					2,10	
					5,47	
					3,48	
					6,99	
					9,07	
					9,53	
					10,57	
					10,38	
					12,30	
					7,00	
					5,07	
					7,77	
					7,77	

Niveau de comparaison des économies.

Température de la vapeur surchauffée à 350°

Température de la vapeur surchauffée à 250°

Degré de surchauffe

Degré de surchauffe

Degré de surchauffe

Degré de surchauffe

Température de la vapeur saturée sèche.

Pressions absolues en kg/cm²

5 7 9 11 13 15 13 11 9 7 5

Eau.

Économies d'eau en % réalisées à égalité de travail avec la vapeur surchauffée à 250° par rapport à la vapeur saturée sèche.

Économies d'eau en % réalisées à égalité de travail avec la vapeur surchauffée à 350° par rapport à la vapeur saturée sèche.

Admission

					32,27	60%
					30,78	40%
					28,11	20%
					28,11	
					29,04	
					29,31	
					30,44	
					28,11	
					27,70	
					26,35	
					23,81	
					26,59	
					25,62	
					22,80	
					21,92	
					9,82	
					7,76	
					4,27	
					11,20	
					9,18	
					7,32	
					9,08	
					12,39	
					14,35	
					14,35	
					16,26	
					16,70	
					18,56	
					13,55	
					11,11	
					12,69	
					12,69	

Niveau de comparaison des économies.

Température de la vapeur surchauffée à 350°

Température de la vapeur surchauffée à 250°

Degré de surchauffe

Degré de surchauffe

Degré de surchauffe

Degré de surchauffe

Température de la vapeur saturée sèche.

Pressions absolues en kg/cm²

5 7 9 11 13 15 13 11 9 7 5

et suffisamment résistants pour la construction des surchauffeurs et celle des boîtes à bourrages.

2°) L'emploi de la vapeur surchauffée exige une série de modifications constructives aux organes en contact avec elle, tels que les cylindres, les pistons, les bourrages, les robinets etc. Tous ces organes doivent être conçus en tenant compte des propriétés spéciales de la vapeur surchauffée (température élevée, fluidité plus grande). A cet égard, l'on peut considérer la température de 320° comme étant la plus rationnelle. Des surchauffes plus hautes sont, il est vrai, plus économiques au point de vue des consommations d'eau et de combustible, mais elles peuvent être préjudiciables à la bonne conservation des divers organes du moteur en contact avec la vapeur surchauffée (usures anormales et grippements dus à la carbonisation des huiles, fusion des garnitures de bourrages, etc).

3°) Enfin la conduite des locomotives à surchauffe exige des précautions toutes spéciales; l'entretien de ces moteurs est plus assujettissant et plus coûteux que celui des locomotives à vapeur saturée.

Au point de vue exploitation, la surchauffe, comparée à la double expansion, offre sur celle-ci l'avantage d'une plus grande élasticité d'utilisation. Elle se prête, mieux que la double expansion, à toutes les exigences du service et s'adapte, avec de bons résultats, à n'importe quel régime de vitesse et de charges comme à n'importe quelle condition de remorque (lignes plates et lignes accidentées).

Notre effectif en service de locomotives à surchauffe comprend les types suivants:

1°) à 2 cylindres, simple expansion: types 32^o - 35^o - 18^o - 18 bis
15^o - 37 - 38 de construction belge;

P 8. 56. G 8. G 8'. G 10. T 16. T 14. T 12, de construction allemande;
40, de construction américaine;

2°) à 3 cylindres simple expansion: S 10² et G 12, de construction allemande.

3°) à 4 cylindres simple expansion: 9. 10. 36, de construction belge;
S 10, de construction allemande.

4°) à 2 cylindres compound: néant.

5°) à 3 cylindres compound: néant.

6°) à 4 cylindres compound: 33 - 8 bis.

7°) à 4 cylindres Woolf: S 10¹.

11. Véhicule. A. Chassis. Les longerons des locomotives du réseau N. P. sont, pour la plupart, du type dit en "tôle découpée". On reproche à ce genre de longeron les difficultés d'accès aux organes intérieurs (roues, boîtes, ressorts, etc). Avec les locomotives américaines (types 38. 22. 40) sont apparus, en Belgique, les longerons du type dit "en barres", ou longerons américains". Non seulement ces longerons dégagent mieux la machine, mais en outre ils offrent un avantage de grande valeur quant au mode de fixation des cylindres. Ceux-ci, en effet, reposent alors sur les longerons, au lieu d'être appliqués latéralement, et dès lors les dislocations, si fréquentes et si onéreuses dans le cas de la fixation latérale, ne sont plus à craindre.

Un grand nombre de locomotives prussiennes (exemple: les locomotives S 10. S 10¹. S 10²) possèdent des longerons mixtes obtenus par combinaison des deux systèmes: la partie arrière de ces longerons est en "tôle découpée", tandis que l'avant constitue un bout de longeron américain sur lequel viennent reposer les cylindres.

B. Essieux. Les différents essieux comprennent les essieux couplés et les essieux porteurs.

Le poids qui pèse sur les essieux couplés est le poids

adhérent. ainsi qu'il sera démontré par la suite, c'est du poids adhérent que dépend toute l'efficacité de l'effort de traction. Un effort élevé exige donc un poids adhérent élevé, que l'on obtient en couplant plusieurs essieux.

Parmi les essieux couplés, on distingue notamment les essieux moteurs. Dans nos plus récents types de locomotives l'on rencontre jusqu'à 5 essieux couplés, le nombre d'essieux moteurs ne dépassant jamais deux. Lorsque il y a 4 cylindres, c'est le plus souvent le premier essieu couplé qui est attaqué par les cylindres intérieurs, tandis que les cylindres extérieurs attaquent généralement le 2^e essieu (exemple: les locomotives type 8 - 8 bis - 10 - S10¹).

Quelquefois les 4 cylindres sont disposés en ligne et attaquent alors le même essieu (1^{er} essieu) (exemple: les locomotives type 9 - S10 et S9). Dans certaines locomotives à 3 cylindres le même essieu est également attaqué par les 3 cylindres (exemple: les locomotives S10² et une partie des locomotives G12).

Quant aux essieux porteurs, ils sont répartis à l'avant et à l'arrière de la machine, ou seulement à l'avant, ou seulement à l'arrière. A l'avant, ils peuvent être au nombre de un ou de deux. L'essieu porteur unique à l'avant peut être soit un "bissel" (exemple: la locomotive type 38), soit un essieu rayonnant (à boîtes radiales, exemple: la locomotive type 12), soit un porteur ordinaire (exemple: la locomotive type 1). Si le train porteur est formé d'un groupe de deux essieux, ceux-ci forment alors un "boogie" (exemple: les locomotives types 17 - 18 - 9 - 10 - atlantique - P8 - S10 - etc). Les mêmes dispositions peuvent se rencontrer à l'arrière.

exemple: les locomotives type 4 possèdent un essieu rayonnant à l'arrière;

" " type 22 " un bissel à l'arrière;

les locomotives type 13 possèdent un bogie à l'arrière.

Remarque. Dans les locomotives récentes, de forte puissance, le bissel tend à supplanter le bogie à l'avant, voire l'essieu porteur arrière. Exemples : les dernières locomotives "Mikado" du P.L.M., de l'Etat Belge (type 14 à 3 cylindres, type en projet) et des chemins de fer allemands (P 12 à 3 cylindres).

Empattement. On entend par empattement la distance entre les essieux extrêmes de la locomotive.

On peut, selon le cas, envisager :

a) l'empattement total de la locomotive y compris le tender ou distance du 1^{er} essieu de la locomotive au dernier essieu du tender. Cet empattement total détermine le diamètre des plaques tournantes nécessaires au virage ; pour notre effectif cet empattement ne dépasse en aucun cas 22 mètres, diamètre de nos plus grandes plaques tournantes.

b) l'empattement rigide de la locomotive seule, ou distance entre les essieux couplés extrêmes. La valeur de cet empattement est liée à la possibilité d'inscription en courbe. En égard à l'accroissement du nombre d'essieux couplés et par suite de la valeur de l'empattement rigide (valeur anciennement égale à 4,200 m. pour les locomotives type 25 par exemple, et portée actuellement à 5,941 m. pour les locomotives types 37 et 38, voire à 6 m. pour les locomotives G 10 et même à 9 m. pour les locomotives G 12) on adopte autant que possible, pour les voies de circulation dans les nouvelles remises, des courbes d'un rayon de 175 mètres au minimum.

Toutefois, dans nos anciennes remises, ce rayon descend souvent à 125 mètres et même en dessous, cas auquel la circulation dans les courbes d'aussi faible rayon doit se faire avec précaution et à faible vitesse.

c) la longueur de la locomotive seule, y compris les buttoirs.

Il est intéressant de connaître cette longueur au point de vue des dispositions à prendre pour le levage des machines en réparation.

d) la longueur totale de la locomotive et de son tender y compris les buttoirs. Cette longueur définit l'encombrement total de la machine en ordre de marche, notamment au point de vue du remisage.

c) Frein et accessoires. a) Machines Belges. à l'exception de certaines de nos anciennes locomotives à marchandises types 25 - 28 - 29 qui n'ont d'autre frein que celui à main du tender, et des locomotives de manœuvres type 51 qui ont le frein à vapeur, toutes nos locomotives de construction belge sont équipées au frein Westinghouse automatique et continu. En outre, les locomotives types 38 - 37 et 33 sont pourvues du frein direct combiné au frein automatique.

b) Machines américaines. Les locomotives type 40 - 22 - 52, sont toutes équipées au frein Westinghouse n° 6 E. I. (automatique et direct combinés). Les machines type 50 ne possèdent que le frein à vapeur.

c) Machines allemandes. Sauf certaines machines des types G 5⁴ - G 7¹ - G 7² - G 8 - G 9 et G 10 qui ne possèdent que le frein à vapeur, toutes les locomotives allemandes sont équipées au frein automatique continu, soit du système Westinghouse, soit du système Knorr (modèle A ou B). Le frein Westinghouse ou le frein Knorr du modèle B sont généralement combinés au frein direct tandis que le frein Knorr du modèle A est combiné au robinet à 3 voies et à 4 positions.

D. Tenders. En principe tous les tenders possèdent le frein à main. Sauf quelques types anciens, tous possèdent en outre le frein automatique et continu Westinghouse ou Knorr combiné ou non avec le frein direct.

Capacité en eau et en charbon. Désignation des tenders
d'après leur capacité, a) les tenders belges se désignent par un numéro de type qui leur est propre. Ainsi, on dira par exemple : tender type 6, tender type 15, etc.

La capacité en eau des tenders belges standardisés varie de 9.000 litres à 24.000 litres, et leur capacité de transport de combustible, de 3.600 kg à 9.850 kg.

Les capacités sont les suivantes :

Types de tenders	Eau en litres	Charbon en kg	Type de locomotive auquel ces tenders sont accouplés normalement.
6 62 63 64	9.000	3.600	2 - 25 - 28 - 29 - 25 bis
8	14.000	3.000	12 bis
11	18.000	5.450	17
12	13.000	7.000	30
14	18.000	5.450	18 - 18 bis - 18 ^a
15	13.000	7.000	32 - 32 ^a
16	21.000	6.000	35 - 35 ^a
17 et 17 bis	20.000	6.000	8 - 8 bis - 9 - 18 - 18 bis - 35 et alt.
18	24.000	7.000	10 - 33 - 36 - 37 - 38.
20	21.000	9.850	40.

b) les tenders allemands se désignent par la lettre T précédée du nombre d'essieux et suivie de la capacité en eau exprimée en mètres cubes. Exemple : le tender 3.T.15 est un tender à 3 essieux et de 15 mètres cubes de capacité en eau. La capacité en eau des tenders allemands varie de 12 mètres cubes à 31,5 mètres cubes, et la capacité de transport de combustible de 5 tonnes à 7 tonnes.

Les capacités sont les suivantes :

Types de tender	Eau en litres	Charbon en kg.	Type de locomotive auquel les tenders sont normalement accouplés.
3 T 12	12.000	7.000	G5 ⁴ - G7 ¹⁻²⁻³ - G8 - G8 ¹ - S9.
3 T 16 1/2	16.500	7.000	G8 - G8 ¹ - G10 - G12
3 T 20	20.000	6.500	G12
4 T 16	16.000	5.000	G7 ¹⁻²⁻³
4 T 20	20.000	6.500	S6
4 T 21 1/2	21.500	5.000	S6 - P8
{ 4 T 30	30.000	6.500	} S10 - S10 ¹ - S10 ² - S9.
{ 4 T 31 1/2	31.500	7.000	

II. Classification des locomotives.

12. Dans l'établissement de la classification des locomotives on peut se placer aux points de vue suivants :

- A) agencement général;
- B) répartition du poids adhérent;
- C) nombre et disposition des essieux moteurs et porteurs;
- D) genre de service à assurer.

A). Classification au point de vue de l'agencement général. on distingue les locomotives à tender séparé, exclusivement réservées aux services de route et les locomotives-tenders utilisées soit aux services de manœuvres de gare (exemple : les locomotives type 22-23-51), soit à certains services de trains de banlieue ou de navette (exemple : les locomotives type 4-15-13), ou d'allège sur fortes rampes (exemple : la locomotive type I16).

B). Classification au point de vue du poids adhérent. cette classification comprend les locomotives à adhérence partielle (locomotives dont tous les essieux ne sont pas couplés) (exemple : les locomotives type 9) et les locomotives à adhérence totale (locomotives dont tous les essieux sont couplés) (exemple : les locomotives type 25).

Les locomotives à adhérence partielle sont le plus souvent des locomotives à voyageurs et à grande vitesse, tandis que celles à adhérence totale conviennent plus spécialement aux services à marchandises, d'allège sur fortes rampes et de manœuvres. L'accouplement de tous les essieux assure à ces locomotives une adhérence plus grande et, partant, un effort de traction plus élevé, nécessaire pour enlever les fortes charges que comportent ces services.



C) Classification d'après le nombre d'essieux moteurs et porteurs et d'après leur disposition. La classification américaine désigne chaque type de locomotive par un nom conventionnel tiré du code télégraphique. Exemples: type atlantique, Pacific, Moagul, Prairie, etc.

La classification anglaise indique respectivement le nombre de roues porteuses à l'avant, - le nombre de roues couplées, - le nombre de roues porteuses à l'arrière. Cette classification a été adoptée à l'état Belge.






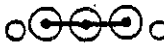










Ainsi, la locomotive type 9 (00 ⊕ ⊕ ⊕) est désignée par: 4-6-0. La locomotive type 10 (00 ⊕ ⊕ ⊕ 0) par 4-6-2, et ainsi de suite.

La classification fractionnaire classe les locomotives sous la forme d'une fraction dont le numérateur représente le nombre de paires de roues couplées et le dénominateur, le nombre total de paires de roues.

Ainsi, la locomotive type 9 serait classée sous la forme $\frac{3}{5}$, la locomotive type 10, sous la forme $\frac{3}{6}$. Ceci explique la désignation $S\frac{3}{5}$, $S\frac{3}{6}$ et $G\frac{4}{5}$ sous laquelle nous avons connu les locomotives bavaroises, en service sur notre réseau au cours des premières années consécutives à l'armistice. On remarque que cette méthode prête à confusion. (Exemple: 00 ⊕ ⊕ ⊕ = $\frac{3}{5}$ de même que 0 ⊕ ⊕ ⊕ 0 = $\frac{3}{5}$).

La classification allemande est comparable à la classification anglaise mais elle se différencie de cette dernière quant à la manière de désigner les roues couplées. Dans la classification allemande les chiffres relatifs aux roues porteuses indiquent les nombres de paires de roues, et ceux relatifs aux nombres de roues couplées sont remplacés par les lettres et l'alphabet dont le rang correspond au nombre de paires de roues couplées. Ainsi, la locomotive type 9, serait désignée par 2-C, la locomotive type 10, par 2-C-1, la locomotive S 6  par 2-B, la locomotive Atlantique ou S 9  par 2-B-1.

Nous donnons ci-dessous un tableau classant d'après ces différentes méthodes, les divers types de moteurs en service sur le réseau de l'Etat Belge:

Genre de trains porteurs	Figuration des roues couplées et porteuses.	Appellation américaine	Notation anglaise	Notation fractionnaire	Notation allemande	Types de moteurs
		écrites aux locomotives à tender indépendant.	adoptée à l'Etat Belge	Locomotives basaraises	Locomotives prussiennes.	
à roues porteuses ou à bissel à l'avant seulement		—	2-4-0	$\frac{2}{3}$	1-B	1
		Maasgul	2-6-0	$\frac{3}{4}$	1-C	T12-T9 ³ -P6-6-16
		consolidation	2-8-0	$\frac{4}{5}$	1-D	G5 ⁴ 37-38-33
		Néapod	2-10-0	$\frac{5}{6}$	1-E	36 (à bogie moto-porteur). G12.
à roues porteuses ou à bissel à l'avant et à l'arrière		Columbia	2-4-2	$\frac{2}{4}$	1-B-1	12
		Prairie	2-6-2	$\frac{3}{5}$	1-C-1	4-22
		Northado	2-8-2	$\frac{4}{6}$	1-D-1	14-T14
à bogie à l'avant seulement		American	4-4-0	$\frac{2}{4}$	2-B	17-18-18 ² -S6
		Gen Wheeler	4-6-0	$\frac{3}{5}$	2-C	8-8 ^{ho} -35-35 ² -40-P8-S10-S10 ² -S10 ² .
à bogie à l'avant et à bissel ou roues porteuses à l'arrière		atlantique	4-4-2	$\frac{2}{5}$	2-B-1	atl.-S9-15-15 ² .
		Pacific	4-6-2	$\frac{3}{6}$	2-C-1	10
à bogie à l'avant et à l'arrière		Baltic	4-6-4	$\frac{3}{7}$	2-C-2	13-I 18.
à adhérence totale		—	0-4-0	$\frac{2}{2}$	0-B-0	50
		—	0-6-0	$\frac{3}{3}$	0-C-0	2-11-25-28-29-30-32-51-52.
		—	0-8-0	$\frac{4}{4}$	0-D-0	G7 ¹⁻² -G8-G8 ¹ -G9
		—	0-10-0	$\frac{5}{5}$	0-E-0	G10.

D. Classification d'après le service à assurer.

Les locomotives peuvent enfin se classer selon le genre des trains à remorquer ou la nature du service à assurer.

A ce point de vue il convient de distinguer:

a) Locomotives à tender séparé:

1°) les locomotives à voyageurs à grande vitesse (trains rapides, directs et internationaux). Ex: les locomotives type 10-14 (en projet) S10 - S10¹ - S10² - 8 - 8 bis - 9 - 13 - 18² - Atlantic - 56 - 59;

2°) les locomotives à voyageurs pour trains ordinaires (semi-directs et banlieue). Ex: les locomotives type 2 - 35² - P8;

3°) les locomotives mixtes pour trains de voyageurs banlieue et trains de marchandises à marche accélérée. Ex: les locomotives type 28 - 30 - 32 - 32² - 33 - 35 - 37 - 38 - 40;

4°) les locomotives à marchandises proprement dites. Ex: les locomotives type 25 - 29 - G5⁴ - G7 - G8 - G8¹ - G9 - G10 - G12;

b) Locomotives-tenders:

5°) les locomotives de petite banlieue (et trains-navette comme par exemple les trains bloc Bruxelles - Anvers). Ex: les locomotives type 11 - 4 - 15 - 15² - T9³ - T12 pour la petite banlieue, la locomotive type 13 pour les trains-navette Bruxelles - Anvers;

6°) les locomotives d'allège sur fortes rampes. Ex: les locomotives type T16;

7°) les locomotives de manœuvres. Ex: les locomotives type 50 - 51 - 52 - 22 - T13 - 23.

Remarque. Une même catégorie de locomotives, soit à voyageurs, soit à marchandises, peut encore se subdiviser en plusieurs sous-catégories selon les difficultés du profil des lignes qu'elles ont à desservir; autrement dit, selon les conditions topographiques de la partie du pays qu'elles ont à traverser. A ce point de vue, notre réseau peut se partager en 3 régions caractéristiques, à savoir:

la Basse-Belgique (lignes plates) Ex: Bruxelles - Ostende;

Bruxelles - anders ;

la Moyenne - Belgique (lignes moyennement accidentées) profils à inclinaisons $i = 5$ à 7 mm. par mètre. Ex: Bruxelles - Liège, Bruxelles - Courtrai, Bruxelles - Tournai, Bruxelles - Mons.

la Haute - Belgique (lignes fortement accidentées $i = 7$ à 20 mm. par mètre et davantage. Ex: Bruxelles - Charleroi; Bruxelles - Arlon; Liège - Herbesthal.

Il faut donc des locomotives appropriées à chacune de ces trois catégories de profils. Cette considération justifie les distinctions qui il y a lieu de faire, par exemple, parmi nos locomotives à voyageurs à grande vitesse, ainsi que parmi nos locomotives à marchandises.

On peut observer notamment les groupements suivants :

a) Locomotives à voyageurs.

les locomotives type 10 et 14 à très forte puissance pour la ligne d'arlon.

les locomotives type 9 - 8 - 8 bis - S10 - S10¹ - S10² à forte puissance pour les lignes de Liège, Courtrai, Mons.

les locomotives type 18 - 18^s - atl. S9 - S6 à puissance moyenne pour les lignes d'Estende et d'Anders.

b) Locomotives à marchandises:

les locomotives type 36 et G12 à très forte puissance, pour la ligne d'arlon.

les locomotives type G8 - G8¹ - G9 - G10 (à forte puissance) pour nos lignes moyennement accidentées.

les locomotives type 25 - 28 - 29 - G5⁴ - G7² (de moyenne puissance) pour nos lignes plates ou faiblement accidentées.

Examinons maintenant les caractéristiques essentielles qui différentient les 7 catégories de machines reprises ci-dessus.

1°) Locomotives à voyageurs à grande vitesse

elles sont caractérisées par deux ou trois essieux couplés, à roues de grand diamètre (1 m. 800 à 2 m.). Le plus souvent elles ont un bogie à l'avant.

a) Les machines à grande vitesse de moyenne puissance, peuvent remorquer à grande vitesse des trains déjà assez lourds (400 T.) sur des lignes plates ou tout au plus faiblement accidentées; elles n'ont généralement que deux essieux couplés. Elles peuvent être à 2 ou à 4 cylindres.

Les locomotives à 2 cylindres n'ont évidemment qu'un essieu moteur sur les deux couplés.

En général, ce genre de machines est du type "américain", = 4-4-0. Ex :

Type	Vapeur	Cylindres	Essieux		Diamètre des roues couplées	Disposition des essieux
			couplés	moteurs		
18	sat.	2 ég. intér.	2	1	1,980	4-4-0
18 bis	surch.	2 ég. intér.	2	1	1,980	4-4-0
18 ^o	surch.	2 ég. intér.	2	1	1,980	4-4-0
56	surch.	2 ég. ext.	2	1	2,100	4-4-0

Sur les machines à 4 cylindres, les deux essieux couplés sont généralement moteurs. Dans ce cas, la machine est le plus souvent à double expansion (compound ou woolf).

Normalement les cylindres extérieurs (généralement cylindres H.P.) attaquent le 2^e essieu, tandis que les cylindres intérieurs (B.P.) attaquent le 1^{er} essieu, sauf toutefois dans le cas de la locomotive à double expansion 59 dont les 2 cylindres H.P. et les 2 cylindres B.P. attaquent le même essieu (1^{er} essieu).

Le genre de machines à 4 cylindres est du type "atlantique", = 4-4-2. Ex :

Type	Vapeur	Cyl. H.P.	Cyl. B.P.	Genre de détente	Distribution.	Essieux		Diamètre des roues couplées	Disposition des essieux
						couplés	moteurs		
atl.	sat.	2 ext.	2 int.	Compound	de Ghehn	2	2	1,980	4-4-2
59	sat.	2 ext.	2 int.	Woolf	F. Bories	2	1	1,980	4-4-2
57	sat.	2 ext.	2 int.	Compound	de Ghehn	2	2	1,980	4-4-2

b) Les locomotives à grande vitesse et à forte puissance, destinées à remorquer, à grande vitesse, des trains lourds sur des lignes moyennement accidentées, possèdent, dans tous les cas, 3 essieux couplés. Elles sont généralement du type "Gen Wheeler", et plus rarement du type "Pacific". Elles

ont le plus souvent 4 cylindres, et plus rarement 3.

Chez machines à 4 cylindres et à 3 essieux couplés, il y a généralement deux essieux moteurs. Les cylindres intérieurs attaquent le 1^{er} essieu et les cylindres extérieurs, le 2^e essieu. Ses 4 cylindres peuvent être égaux ou à double expansion (compound ou woolf). Dans ce dernier cas les cylindres B.P., généralement intérieurs, attaquent le 1^{er} essieu, tandis que les cylindres H.P., extérieurs, attaquent le 2^e essieu. Ex:

Type	Vapeur	Cylindres		Genre de détente	Distribution	Essieux		Diamètre roues couplées	Disposition des essieux
		H.P.	B.P.			couplés	moteurs		
8	saturée	2 ext.	2 int.	Compound	de gléhn	3	2	1,800	4-6-0
8 bis	surch.	2 ext.	2 int.	Compound	de gléhn	3	2	1,800	4-6-0
S 10 ¹	surch.	2 ext.	2 int.	Woolf	—	3	2	1,980	4-6-0

Exceptionnellement, 4 cylindres égaux peuvent attaquer le même essieu (1^{er} essieu); est:

Type	Vapeur	4 cylindres égaux		Essieux		Diamètre des roues couplées	Disposition des essieux.
		ext.	int.	couplés	moteurs		
9	surch.	2	2	3	1	1,880	4-6-0
S 10	surch.	2	2	3	1	1,980	4-6-0

Dans le cas de 3 cylindres, il y a obligatoirement 2 cylindres extérieurs et 1 cylindre intérieur. Ses 3 cylindres sont égaux (la double expansion ayant été abandonnée pour les locomotives à 3 cylindres). A noter, que la tendance actuelle est très en faveur des 3 cylindres égaux. Ex:

Type	Vapeur	3 cylindres égaux		Essieux		Diamètre des roues couplées	Disposition des essieux.
		ext.	intér.	couplés	moteurs		
S 10 ²	surch.	2	1	3	1	1,980	4-6-0

c) les locomotives à grande vitesse et à très forte puissance, destinées à remorquer à grande vitesse des trains relativement lourds sur des lignes à fortes rampes, sont le plus souvent du type "pacifique", en raison de la nécessité de pouvoir disposer d'une grande surface de grille indispensable à l'obtention d'une puissance élevée. Exemple: la locomotive type 10 (4-6-2) à 4 cylindres égaux à surchauffe, dont les 2 intérieurs attaquent le 1^{er} essieu

et les 2 extérieurs, le 2^e essieu. Cette machine possède ainsi 2 essieux moteurs sur les 3 couplés. En présence des exigences toujours croissantes des services d'exploitation, exigences qui se traduisent par un accroissement continu de la charge des trains, les services de traction en sont arrivés aujourd'hui à devoir recourir à un type encore plus puissant: le type Mikado (2-8-2) à 4 essieux couplés. On peut arriver ainsi à un poids adhérent de $4 \times 22 = 88$ tonnes (et même davantage) qui laisse loin derrière lui les 57 tonnes de poids adhérent de la locomotive type 10 considérée, encore récemment et à juste titre comme la type "pacifique" la plus forte du continent. C'est ainsi que l'état Belge envisage la construction de la machine type 14 "Mikado" à 3 cylindres égaux et à surchauffe, à roues de 1m.700 et à 88 tonnes de poids adhérent, capable de remorquer à allure accélérée, des trains internationaux de 500 tonnes sur la ligne du Luxembourg, alors que le type 10 ne peut enlever sur cette ligne que 350 tonnes à allure plus modérée. Citons, dans le même ordre d'idées, les récentes locomotives "Mikado" à 4 cylindres du P.L.M. et les locomotives P12 prussiennes à 3 cylindres.

2°) Locomotives à voyageurs pour trains ordinaires.

En principe ces locomotives possèdent des roues plus petites que les locomotives à grande vitesse (ce qui, toutes choses égales, augmente l'effort de traction nécessaire en regard aux charges quelquefois élevées des trains à voyageurs ordinaires et aux profils plus ou moins accidentés des lignes diverses qu'elles ont à desservir). C'est ainsi que le diamètre des roues couplées des locomotives à voyageurs ordinaires est d'habitude compris entre 1m 700 et 1m 800. Elles possèdent, en règle générale, trois essieux couplés (question d'adhérence).

Exemples:

Types	Vapeur	Cylindres	Essieux		Diamètre des roues couplés	Disposition des essieux
			couplés	moteurs		
2 à adhé. totale	saturée	2 intér.	3	1	1 m 700	0-6-0
35 ^o à bogie	surch.	2 intér.	3	1	1 m 700	4-6-0
P.8 à bogie	surch.	2 extér.	3	1	1 m 750	4-6-0

On peut remarquer que parmi les locomotives allemandes par exemple, certaines machines à voyageurs ordinaires (machines de la catégorie P) dérivent de certaines machines à grande vitesse (machines de la catégorie S) dont elles présentent d'ailleurs le même indice de catégorie. Exe :

Locomotives à voyageurs à grande vitesse (désignées par la lettre S)	Locomotives à voyageurs ordinaires (désignées par la lettre P)
S6: 2 cylindres égaux 2 essieux couplés Roues de 2 m. 100	P6: 2 cylindres égaux. 3 essieux couplés Roues de 1 m. 600
S7: 4 cylindres compound 2 essieux couplés Roues de 1 m. 980	P7: 4 cylindres compound 3 essieux couplés Roues de 1 m. 750

La locomotive P8 fait partie de l'effectif "standardisé" de notre réseau; on peut la considérer par excellence comme le prototype de la locomotive pour trains ordinaires à voyageurs. Elle convient sur toutes les lignes et se prête remarquablement à tous les services.

Parmi l'effectif belge, on peut citer la locomotive type 35^o à roues de 1 m. 700 à 2 cylindres égaux et à 3 essieux couplés comme réalisant le type se rapprochant le plus de la locomotive P8. Avant la guerre d'ailleurs, la locomotive type 35^o constituait le type caractéristique de la forte machine à voyageurs ordinaire et était utilisée un peu partout sur nos diverses lignes, comme l'est actuellement la locomotive P8.

3^o) Locomotives mixtes. Ces machines comportent toujours

3 à 4 essieux couplés, à roues de 1 m. 450 à 1 m. 700 de diamètre. Ce type de locomotives tient à la fois de la machine à voyageurs et de la machine à marchandises. Exe:

Type	Vapeur	Cylindres	Essieux		Diamètre des roues couplées	Disposition des essieux
			couplés	mot.		
28 à adhér. totale	sat.	2 intér. égaux	3	1	1, 450	0 - 6 - 0
30 à adhér. totale	sat.	2 intér. égaux	3	1	1, 520	0 - 6 - 0
32 à adhér. totale	sat.	2 intér. égaux	3	1	1, 520	0 - 6 - 0
32 ^o à adhér. totale	surch.	2 intér. égaux	3	1	1, 520	0 - 6 - 0
33 à bissel	surch.	2 H.P. ext. - 2 B.P. int.	4	2	1, 520	2 - 8 - 0
35 à bogie	sat.	2 intér. égaux	3	1	1, 600	4 - 6 - 0
37 à bissel	surch.	2 extér. égaux	4	1	1, 520	2 - 8 - 0
38 à bissel	surch.	2 extér. égaux	4	1	1, 520	2 - 8 - 0
40 à bogie	surch.	2 extér. égaux	3	1	1, 575	4 - 6 - 0

40) Locomotives à marchandises, Ses machines à marchandises possèdent en règle générale un plus grand nombre d'essieux couplés que les locomotives à voyageurs mixtes, et le diamètre de leurs roues couplées est plus petit. Ce sont ici l'adhérence et l'effort de traction disponible qui doivent jouer un rôle prépondérant, ce qui explique le grand nombre d'essieux couplés et le faible diamètre des roues couplées. Ce diamètre varie de 1 m. 250 à 1 m. 450 et les essieux couplés sont au nombre de 3, 4 ou 5 selon que la remorque doit se faire en plaine, en pays moyennement accidenté, ou sur fortes rampes.

Exemples

Signes	Type	Vapeur	Cylindres	Essieux		Diamètre des roues couplées	Disposition des essieux.
				coupl.	mot.		
plates	25	sat	2 int. égaux	3	1	1 m. 300	0 - 6 - 0
	29	sat	2 int. égaux	3	1	1 m. 300	0 - 6 - 0
	G5 ⁴	sat	2 extér. compound	3	1	1 m. 350	2 - 6 - 0

Lignes	Type	Vapeur	Cylindres	Essieux		Diamètre des roues coupl.	Disposition des essieux.
				coupl.	mot.		
moyennement accidentées.	G 72	sat.	2 extér. compound	4	1	1 m. 250	0 - 8 - 0
	G 8	surch.	2 extér. égaux	4	1	1 m. 350	0 - 8 - 0
	G 8 ¹	surch.	2 extér. égaux	4	1	1 m. 350	0 - 8 - 0
	G 9	sat.	2 extér. égaux	4	1	1 m. 250	0 - 8 - 0
	G 10	surch.	2 extér. égaux	4	1	1 m. 400	0 - 10 - 0
fortement accidentées.	36	surch.	2 extér. égaux 2 int. égaux	5	2	1 m. 450	2 - 10 - 0
	G 12	surch.	2 extér. égaux 1 int. égaux	5	1 m 2	1 m. 400	2 - 10 - 0
	T 14	surch.	2 extér. égaux	4	1	1 m. 350	2 - 8 - 2

5°) Locomotives de petite banlieue. (trains omnibus et navettes)

Ce sont le plus souvent des machines-tenders, à forte, moyenne ou faible puissance. Elles sont agencées pour circuler dans les deux sens. Elles possèdent 2 ou 3 essieux couplés. Exe :

Puissance	Type	Vapeur	Cylindres	Essieux		Diamètre des roues coupl.	Disposition des essieux.
				coupl.	mot.		
faible	11	sat.	2 extér. égaux	3	1	1 m. 200	0 - 6 - 0
moyenne	4	sat.	2 int. égaux	3	1	1 m. 700	2 - 6 - 2
moyenne	15	sat.	2 int. égaux	2	1	1 m. 800	4 - 4 - 2
moyenne	15 ^a	surch.	2 int. égaux	2	1	1 m. 800	4 - 4 - 2
moyenne	T 12	surch.	2 extér. égaux	3	1	1 m. 500	2 - 6 - 0
moyenne	T 9 ^b	sat.	2 extér. égaux	3	1	1 m. 350	2 - 6 - 0
forte	13	surch.	2 int. égaux 2 extér. égaux	3	1	1 m. 800	4 - 6 - 4

On peut remarquer que la plupart du temps les machines-tenders pour petite banlieue ou pour trains-navettes (train-blec Bruxelles-Anvers) dérivent d'un type déterminé de locomotives à voyageurs avec réduction du diamètre des roues couplées et éventuellement, adjonction d'un train porteur à l'arrière, ou à l'avant, ou à l'avant et à l'arrière. C'est ainsi que l'on observera que : les locomotives type 4-15-15^a-13-T 12 dérivent respectivement des locomotives type 2-17-18-9-P 6

6°) Locomotives d'allège pour fortes rampes. Ces locomotives se réduisent généralement à un ou tout au plus à deux modèles.

Type	Total lion.	Nombre de cylindres	C. compound		Cylindres				diamètre des roues	Chaudière.					
			W = woolf	D = surchauffe	H. P.		B. P.			Eimbre	Surf. de chauffe	Surf. de grille	Surf. de surch.	Rapport $\frac{S}{g}$	Rapport $\frac{S'}{g}$
					diamètre	course	diamètre	course							
m/m.	m/m.	m/m.	m/m.	m.	kg/cm ²	S m ²	g m ²	S' m ²	$\frac{S}{g}$	$\frac{S'}{g}$					
I Locomotives à voyageurs à grande vitesse pour lignes fortement accidentées.															
10	4-6-2	4	—	o	500	660	—	—	1,980	14	{ 240,00 239,59	{ 5 4,58	62	{ 48 52	{ 0,257 0,258
14	2-8-2	3	—	o	610	670	—	—	1,700	14	297,80	5	110	59,6	0,37
II Locomotives à voyageurs à grande vitesse pour lignes moyennement accidentées.															
8	4-6-0	4	C	—	360	640	600	640	1,800	16	{ 222,98 160,73	3,08	—	{ 72 48	—
8 ⁰⁰	4-6-0	4	C	o	400	640	600	640	1,800	16	159,36	3,08	54,83	52	0,343
9	4-6-0	4	—	o	445	640	—	—	1,980	14	155,31	3,13	37,80	49,5	0,243
S10	4-6-0	4	—	o	430	660	—	—	1,980	14	133,09	2,82	61,50	53,25	0,40
S10 ¹	4-6-0	4	w	o	400	660	610	660	1,980	15	164,68	3,12	58,50	52,80	0,353
S10 ²	4-6-0	3	—	o	500	630	—	—	1,980	14	133,09	2,82	61,50	53,25	0,40
III. Locomotives à voyageurs à grande vitesse pour lignes plates.															
all.	4-4-2	4	C	—	360	640	600	640	1,980	16	222,98	3,08	—	72	—
17	4-4-0	2	—	—	482,5	660	—	—	1,980	12,5	126,48	1,92	—	66	—
18	4-4-0	2	—	—	500	660	—	—	1,980	13,5	127,62	2,07	—	61,5	—
18 ⁰	4-4-0	2	—	o	500	660	—	—	1,980	13,5	109,81	2,07	26,85	53	0,245
19 ⁰	4-4-0	2	—	o	500	660	—	—	1,980	13,5	102,11	2,07	24,51	49,5	0,240
S6	4-4-0	2	—	o	550	630	—	—	2,100	12	136,89	2,29	40,32	59,8	0,295
S9	4-4-2	4	w	—	380	600	—	—	1,980	14	223,71	4	—	57	—
IV Locomotives à voyageurs pour trains ordinaires (semi-directs et banlieues)															
35 ⁰	4-6-0	2	—	o	520	660	—	—	1,700	14,5	144,96	2,84	33,10	51,1	0,228
P8	4-6-0	2	—	o	575	630	—	—	1,750	12	149,36	2,62	58,90	57	0,396
2	0-6-0	2	—	—	450	600	—	—	1,700	{ 8,5 9,5	109,16	2,76	—	39,7	—

Type	Bois adhésifs Bois total (en ordre de marche) tonnes	adhérence: 0,18 x (poids adhésif). kg	Effort de traction calculé kg.	Bois total à vide kg	longueur totale hors		empaquetement entre roues extrêmes		Empaquetement rigide	Tenders accouplés normalement.		
					boîtiers					Type	capacité en eau litres	nombre tible tonnes.
					Locom. m.	Exc + tend. m.	Locom. m.	Exc. + tend. m.				
<u>I Locomotives à voyageurs à grande vitesse pour lignes fortement accidentées.</u>												
10	57/102	10.260	15.166	{ 92.000 88.000	14,391	21,494	11,425	17,884	4,100	18	24.000	7
14	88/118	—	—	—	—	—	—	—	—	4T 31,5	31.500	7
<u>II Locomotives à voyageurs à grande vitesse pour lignes moyennement accidentées.</u>												
8	56/76	10.080	9.800	69.450	12,031	18,764	8,200	15,496	4,100	17	20.000	6
8 ^{bis}	60/93	10.800	10.900	76.532	12,031	18,764	8,800	15,474	4,750	17	20.000	6
9	53/81	9.540	11.650	74.000	11,626	18,369	8,710	15,059	4,460	17	20.000	6
S10	52/80	9.360	8.236	73.270	12,000	19,390	9,100	16,405	4,700	4T 31,5	31.500	7
S10 ¹	52/84	9.360	8.400	77.650	12,160	19,550	9,100	16,515	4,700	4T 31,5	31.500	7
S10 ²	52/80	9.360	8.352	73.750	{ 12,450 12,250	{ 20,950 21,200	9,750	17,470	4,700	4T 31,5	31.500	7
<u>III Locomotives à voyageurs à grande vitesse pour lignes plates.</u>												
atl.	37/75	6.660	8.860	68.103	12,031	18,764	8,640	15,459	2,090	17	20.000	6
17	33/52	6.300	6.308	47.725	9,600	17,632	7,033	14,872	2,743	11	18.000	5,450
18	36/53	6.480	6.755	48.800	9,874	17,906	7,162	15,342	2,895	14	18.000	5,450
18 ^{bis}	37/56	6.660	7.260	54.000	10,628	18,660	7,645	14,056	2,895	17 ^{bis}	20.000	6
18 ^o	36/56	6.480	7.260	48.800	9,874	17,906	7,162	15,342	2,895	14	18.000	5,450
S6	35/61	6.300	8.200	56.000	10,950	18,350	8,000	15,100	3,000	4T 21,5	21.500	5
S9	33/74	5.940	7.150	68.400	13,110	20,510	10,750	17,350	2,300	4T 21,5	21.500	5
<u>IV Locomotives à voyageurs pour trains ordinaires (semi-directs et banlieues).</u>												
35 ^o	51/71	9.180	9.900	63.530	10,876	17,979	7,900	14,569	3,800	16	21.000	6
P8	50/75	9.000	7.500	69.180	11,200	18,600	8,350	15,500	4,580	4T 21,5	21.500	5
Z	34/34	6.120	3.839	35.500	9,338	15,618	4,000	11,203	4,000	6 ³ - 6 ⁴	9.000	3,600

Type	Pista tion	Nombre de cylindres	G= compound W= woolf S= surchauffe	Cylindres				Diamètre des roues	Chaudière						
				H. P.		B. P.			Poids kg/cm ²	Surf. de chauffe S m ²	Surf. de grille g m ²	Surf. de surch. S' m ²	Rapport $\frac{S}{S'}$	Rapport $\frac{S'}{S}$	
				diamètre m/m.	course m/m.	diamètre m/m.	course m/m.								
<u>Locomotives mixtes</u>															
28	0-6-0	2	—	—	450	600	—	—	1,450	{ 8,5 9,5	109,383	2,7667	—	39,7	—
30	0-6-0	2	—	—	457	660	—	—	1,520	12,5	104,2948	2,5233	—	41,4	—
32	0-6-0	2	—	—	470	660	—	—	1,520	13	115,42	2,5235	—	45,8	—
32 ^o	0-6-0	2	—	o	300	660	—	—	1,520	13,5	96,13	2,5235	21,57	38,15	0,224
33	2-8-0	4	o	o	420	660	600	660	1,520	16	179,30	3,24	59,50	55,3	0,332
35 ^o	4-6-0	2	—	o	520	660	—	—	1,600	14,5	144,96	2,84	33,10	51,1	0,228
37	2-8-0	2	—	o	610	711	—	—	1,520	14	178,73	3,26	57,60	55	0,228
38	2-8-0	2	—	o	610	711	—	—	1,520	14	172,20	3,73	56,10	46,1	0,325
40	4-6-0	2	—	o	483	660	—	—	1,575	13,36	146,58	2,71	42,49	54	0,290
<u>Locomotives à marchandises pour lignes plates.</u>															
25	0-6-0	2	—	—	500	600	—	—	1,300	10,5	120,6860	5,149	—	23,75	—
29	0-6-0	2	—	—	450	600	—	—	1,300	9,5	109,383	2,7667	—	39,7	—
G5 ⁴	2-6-0	2	W	—	500	630	750	630	1,350	12	133,44	2,25	—	59	—
<u>Locomotives à marchandises pour lignes à moyennes inclinaisons.</u>															
G7 ^o	0-8-0	2	W	—	530	630	750	630	1,250	12	138,99	2,25	—	62	—
G8	0-8-0	2	—	o	600	660	—	—	1,350	12	137,52	2,39	40,40	58	0,294
G8 ¹	0-8-0	2	—	o	600	660	—	—	1,350	14	144,42	2,63	51,58	55	0,359
G9	0-8-0	2	—	—	550	630	—	—	1,250	12	197,578	3,053	—	64	—
G10	0-10-0	2	—	o	630	660	—	—	1,400	12	149,64	2,62	53	57	0,350
<u>Locomotives à marchandises pour lignes à fortes rampes.</u>															
36	2-10-0	4	—	o	500	660	—	—	1,450	14	238,95	5,10	62	47	0,260
G12	2-7-0	3	—	o	{ 560 570	{ 660 660	—	—	{ 1,400 1,000	14	{ 214,34 194,96	{ 3,25 3,90	{ 79 68,42	{ 66 50	{ 0,368 0,350
T14	2-8-2	2	—	o	600	660	—	—	1,350	12	133,64	2,50	51,47	53	0,38

Type	Bois adhérent/Bois total (en ordre de marche) tonnes	adhés. : 0,18 x (poids adhérent).	Effort de traction : valeur adhérent. kg	Bois total à vide kg	longueur totale hors buttoirs		Empattement entre axes extrêmes		Empattement rigide	Tenders accouplés normalement		
					Locom. m.	Loc. + tend. m.	Locom. m.	Loc. + tend. m.		Type	capacité en eau litres	combustible tonnes
<u>Locomotives mixtes</u>												
28	36/36	6.480	{ +.490 5.050	32.100	9,338	15,618	4,000	11,203	4,000	6	9.000	3,6
30	46/46	8.280	7.294	42.300	9,2095	16,3155	4,572	12,188	4,572	12	13.000	7
32	49,5/49,5	8.910	8.363	43.800	9,2095	15,3145	4,572	12,188	4,572	15	13.000	7
32 ^o	52,2/52,2	9.360	9.450	48.400	9,460	15,565	4,572	12,188	4,572	15	13.000	7
33	85/75	13.500	14.050	81.576	12,434	19,537	8,560	16,029	5,960	18	24.000	7
35 ^o	70/51	9.180	9.900	64.860	10,876	17,609	7,900	14,569	5,920	17	20.000	6
37	90/78	14.040	15.840	82.540	12,456	19,559	8,561	16,142	5,961	18	24.000	7
38	85/75	13.500	15.840	76.810	12,073	19,176	8,472	16,162	5,881	18	24.000	7
40	64/48	8.640	8.500	57.200	10,366	19,160	7,544	16,545	4,064	20	21.000	9,84
<u>Locomotives à marchandises pour lignes plates.</u>												
25	47/47	8.460	7.875	42.360	9,400	16,220	4,200	11,200	4,200	6	9.000	3,60
29	38/38	6.840	5.648	34.600	9,358	16,178	4,000	11,203	4,200	6	9.000	3,60
G5 ^o	54/43	7.740	9.550	48.050	9,818	16,168	6,000	12,626	3,300	3 T 12	12.000	7
<u>Locomotives à marchandises pour lignes à moyennes inclinaisons.</u>												
G7 ^o	53/53	9.540	10.200	47.400	10,270	16,620	4,500	11,775	4,500	3 T 12	12.000	7
G8	56/56	10.080	10.600	50.970	10,558	17,968	4,500	12,948	4,500	{ 3 T 12 3 T 16,5	{ 12.000 16.500	{ 7 7
G8 ^o	68/68	12.240	11.060	61.920	10,880	18,290	4,700	13,155	4,700	3 T 16,5	16.500	7
G9	60/60	10.800	11.000	52.150	10,408	16,958	4,500	13,775	4,500	3 T 12	12.000	7
G10	69/69	12.420	11.200	62.605	11,500	18,910	6,000	14,050	6,000	3 T 16,5	16.500	7
<u>Locomotives à marchandises pour lignes à fortes rampes.</u>												
36	107/91	16.380	20.700	98.800	13,041	20,144	10,115	16,834	7,615	18	24.000	7
G12	93/80	14.400	17.700	85.000	12,950	20,340	9,000	17,345	6,200	4 T 21,5	21.500	5
T14	37/63	11.340	10.000	73.130	13,800	—	9,300	—	4,500	(Locomotive tender)	11.000	4

Type	Stat. lion	Nombre de cylindres	C-composé N°: woolf D-surchauffer	Cylindres				Diamètre des roues m.	Chaudière						
				H.P.		B.P.			Nombre	Surf. de chauffe S m ²	Surf. de grille g m ²	Surf. de sustr. S' m ²	Rapport $\frac{S}{g}$	Rapport $\frac{S'}{S}$	
				diamètre m/m.	course m/m.	diamètre m/m.	course m/m.								
<u>Locomotives de petite banlieue, faible puissance.</u>															
11	0-6-0	2	—	—	350	500	—	—	1,200	11,5	52,939	2,0647	—	25,6	—
<u>Locomotives de petite banlieue, moyenne puissance</u>															
4	2-6-2	2	—	—	450	600	—	—	1,700	{ 8,5 9,5	109,38	2,76	—	39,7	—
15	4-4-2	2	—	—	{ 430 440	610	—	—	1,800	12,5	97,22	2,5235	—	52,5	—
15 ^o	4-4-2	2	—	o	470	610	—	—	1,800	12,5	80,87	2,52	16,98	32	0,210
T9 ³	2-6-0	2	—	—	450	630	—	—	1,350	12	107,20	1,53	—	70	—
T12	2-6-0	2	—	o	540	630	—	—	1,500	12	107,81	1,73	33,40	62	0,31
<u>Locomotives pour trains-navettes (trains-bloc Bruxelles-Anvers).</u>															
13	4-6-4	4	—	o	420	640	—	—	1,800	12	139,62	3,15	30,15	44,2	0,215
<u>Locomotives d'allège. (plans inclinés de Liège).</u>															
T16	0-10-0	2	—	o	610	660	—	—	1,350	12	137,046	2,25	43,40	61	0,302
<u>Locomotives de manœuvre. (faible puissance).</u>															
50	0-4-0	2	—	—	355,5	558,8	—	—	1,067	12,65	70,14	1,26	—	37	—
<u>Locomotives de manœuvre. (moyenne puissance).</u>															
51	0-6-0	2	—	—	380	460	—	—	1,200	8,50	61,4228	1,450	—	42	—
52	0-6-0	2	—	—	406,4	609,6	—	—	1,379	13,36	79,88	1,46	—	54,5	—
<u>Locomotives de manœuvre. (forte puissance).</u>															
22	2-6-2	2	—	—	432	610	—	—	1,118	12,63	147,44	1,41	—	104	—
T13	0-8-0	2	—	—	500	600	—	—	1,350	12	116,40	1,73	—	67,20	—
23	0-8-0	2	—	—	480	600	—	—	1,262	12	125,40	2,237	—	56,20	—

Type	Poids adhérent / Poids total (en ordre de marche) tonnes	Adhérence: 0,18 X (poids adhérent). kg	Effort de traction calculé kg	Poids total à vide kg	Longueur totale hors buffers locom. m.	Empatement entre axes extrêmes locom. m.	Empatement rigide	Capacité	
								Des soutes à eau litres	Des soutes à charbon kg
<u>Locomotives de petite banlieue, faible puissance.</u>									
11	34/34	6.120	3.768	27.280	8,227	4,000	4,000	4.000	1.200
<u>Locomotives de petite banlieue, moyenne puissance.</u>									
4	59/38	6.840	4.318	46.000	12,030	8,400	4,000	9.794	1.700
15	64/30	5.400	5.042	52.000	11,821	8,551	2,650	} 5.000 } 6.500	} 2.000
15 ^o	69/35	6.300	6.010	57.250	11,939	8,551	2,650		
T 9 ³	61/46	8.280	6.800	47.200	10,700	6,000	3,300	7.000	2.000
T 12	64/50	9.100	8.500	51.480	11,800	6,350	3,850	6.000	3.000
<u>Locomotives pour trains-navettes (trains-bloc Bruxelles - Anvers)</u>									
13	117/56	10.080	9.784	89.000	16,078	12,710	3,900	14.000	6.000
<u>Locomotives d'allège (plans inclinés de Liège).</u>									
T 16	76/76	13.680	10.900	61.500	12,500	5,800	5,800	7.000	2.000
<u>Locomotives de manœuvre (faible puissance)</u>									
50	31/31	5.580	5.500	26.726	8,229	2,134	2,134	4.544	907
<u>Locomotives de manœuvre (moyenne puissance)</u>									
51	35/35	6.300	2.970	27.200	7,750	3,100	3,100	4.000	1.350
52	38/38	6.840	7.180	29.112	9,007	2,972	2,972	4.544	1.524
<u>Locomotives de manœuvre (forte puissance)</u>									
22	61/46	8.280	8.400	45.476	11,049	8,077	3,048	9.467	2.495
T 13	61/61	10.980	7.750	46.640	11,100	5,275	5,275	7.000	2.500
23	66/66	11.880	8.821	51.260	10,418	4,300	4,300	7.000	3.000

types différents. La locomotive d'allège classique, pour la desserte des "plans inclinés", est la machine-tender à effort de traction élevé, à adhérence totale et à grand nombre de roues couplées, de faible diamètre. Exemple, la locomotive-tender type I 16, à 5 essieux couplés, à adhérence totale (72 t) et à roues de 1 m. 350 de diamètre, utilisée à la desserte du "plan incliné" de Liège ($i = 30$ m/m par mètre).

7°) Locomotives de manœuvres. Utilisées seulement dans les gares de triage et de formation, ainsi que dans les stations à voyageurs pour y effectuer des manœuvres, ces locomotives n'ont à faire aucune vitesse, mais sont appelées à déplacer fréquemment des charges qui peuvent être assez fortes et à pousser des rames relativement lourdes sur des dos d'âne. En principe, les locomotives de manœuvres doivent par conséquent pouvoir développer un effort de traction relativement élevé. Elles doivent en outre être spécialement étudiées pour ce genre de service, en égard aux conditions de carteraillement et à la nécessité d'une desserte aisée dans les deux sens. C'est ainsi que les locomotives de manœuvres sont, de par leur essence, des machines-tenders à plusieurs essieux couplés, le plus souvent à adhérence totale, et à roues de petit diamètre (de 1 m. à 1 m. 250).

On peut encore distinguer ici, selon la nature des manœuvres à effectuer et selon la disposition des lieux, trois catégories : les machines de manœuvres à faible puissance, (2 essieux couplés), celles à puissance moyenne (3 essieux couplés) et celles à forte puissance (3 à 4 essieux couplés et plus).

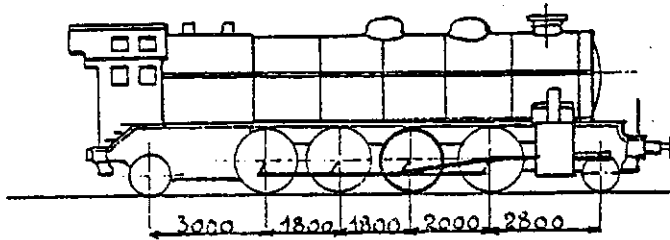
Enfin, les locomotives de manœuvres n'ont que 2 cylindres et ne sont ni compound, ni à surchauffe. Ex :

Puissance	Type	Cylindres	Essieux		Diamètre des roues coupl.	Disposition des essieux.
			coupl.	mot.		
faible	50	2 ext. égaux	2	1	1 m. 067	0 - 4 - 0
moyenne moyenne	51	2 intér. égaux	3	1	1 m. 200	0 - 6 - 0
	52	2 ext. égaux	3	1	1 m. 219	0 - 6 - 0
forte forte forte	22	2 ext. égaux	3	1	1 m. 118	2 - 6 - 2
	I 13	2 ext. égaux	4	1	1 m. 250	0 - 8 - 0
	23	2 ext. égaux	4	1	1 m. 262	0 - 8 - 0

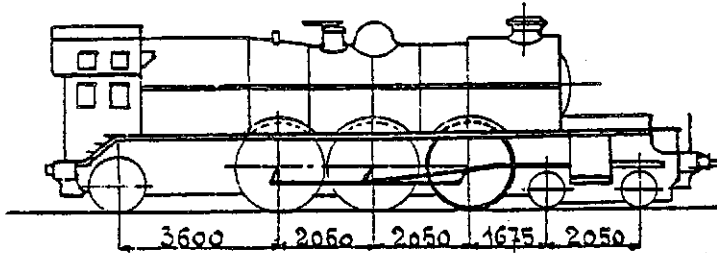
Les tableaux des pages 74 à 79 donnent le classement des divers types de locomotives en service sur le réseau de l'État Belge avec indication des principales caractéristiques. Les planches des pages 81 à 84 donnent les schémas d'ensemble des divers types de locomotives repris à ces tableaux.

Locomotives
à voyageurs
à grande
vitesse pour
lignes
fortement
accidentées

14



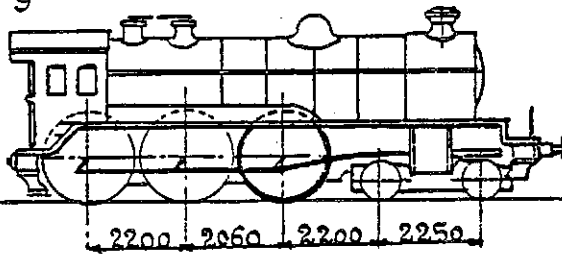
10



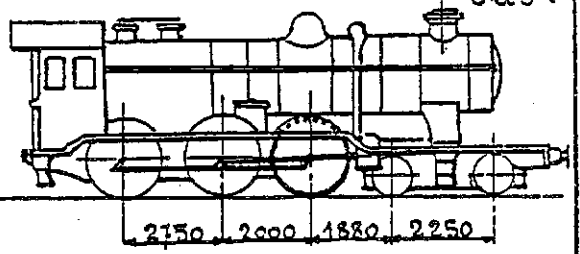
Remarque relative
aux 4 planches
pages 81. 82. 83. 84:
La roue
représentée en
trait renforcé
(O) correspond
à l'essieu coulé

Locomotives
à voyageurs
à grande
vitesse pour
lignes
moyennement
accidentées

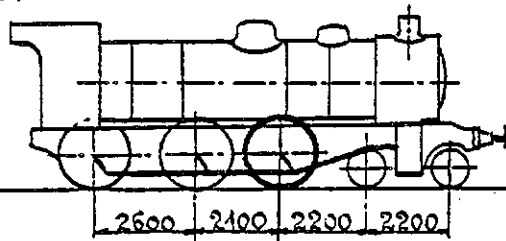
9



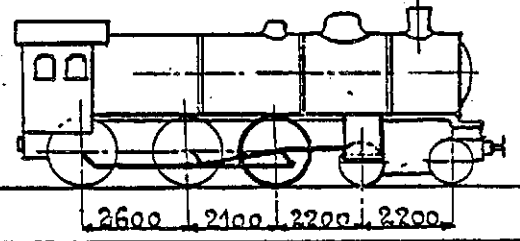
8 et 8 bis



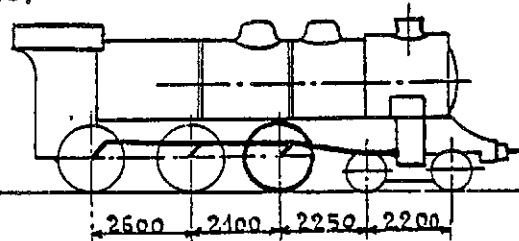
S10.



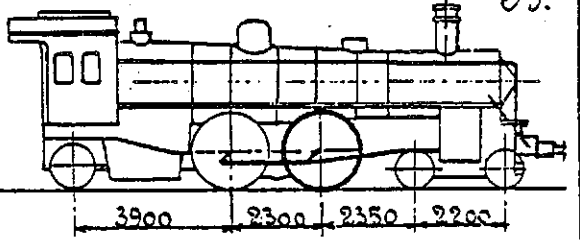
S10¹



S10²

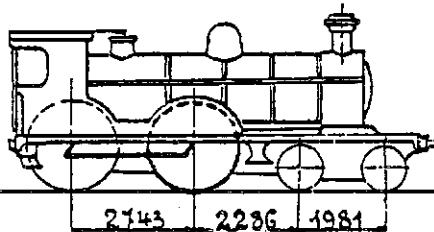


S9.

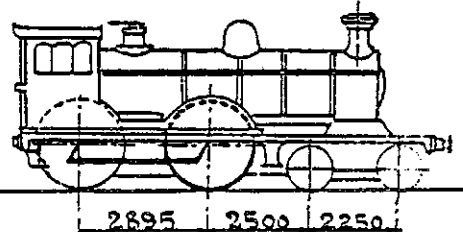


Locomotives
à voyageurs
à grande
vitesse pour
lignes
plates.

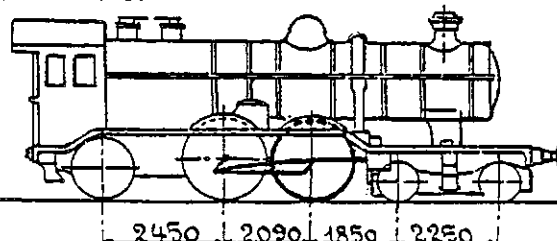
17



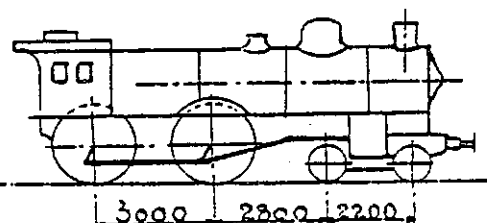
18 et 18 bis



atlantic.



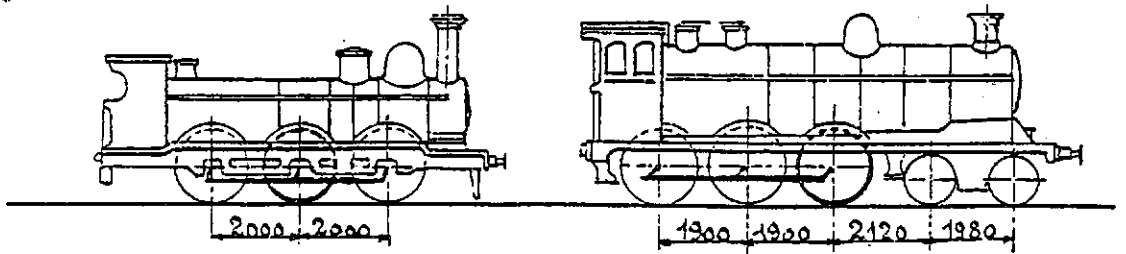
S6



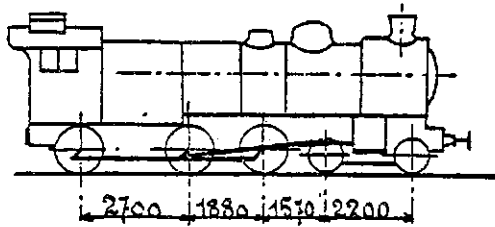
Locomotives
à voyageurs
pour trains
ordinaires

2

35 .. Roues de 1^m700 diam.

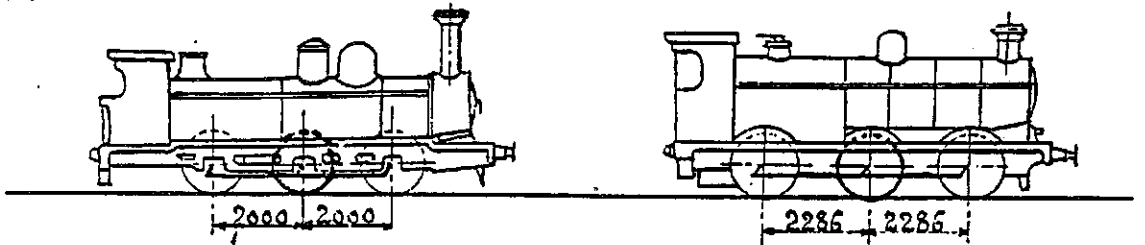


P 8.



28

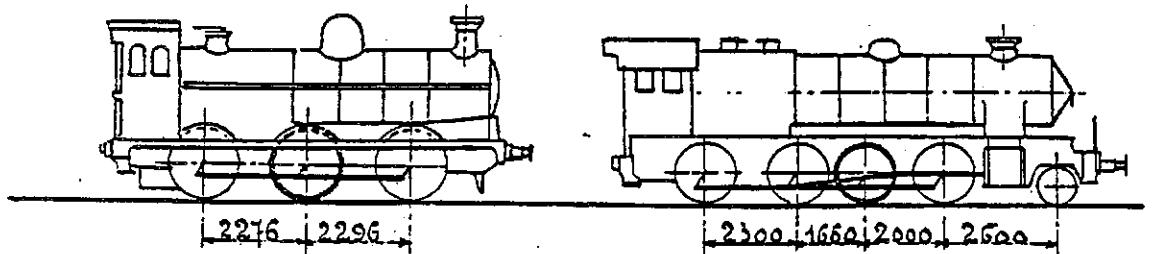
30



32

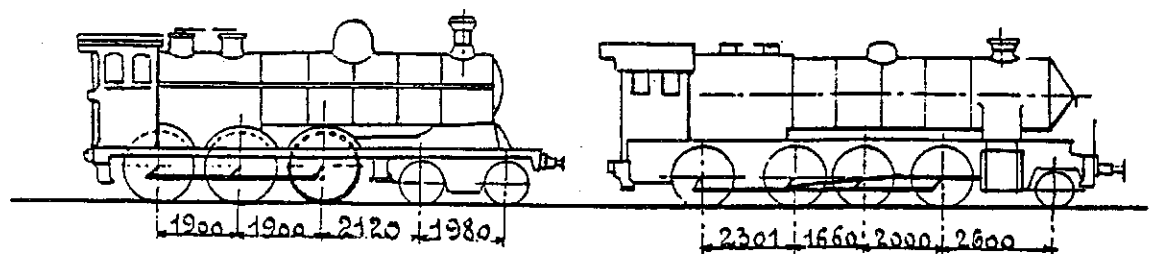
33

Locomotives
mixtes.



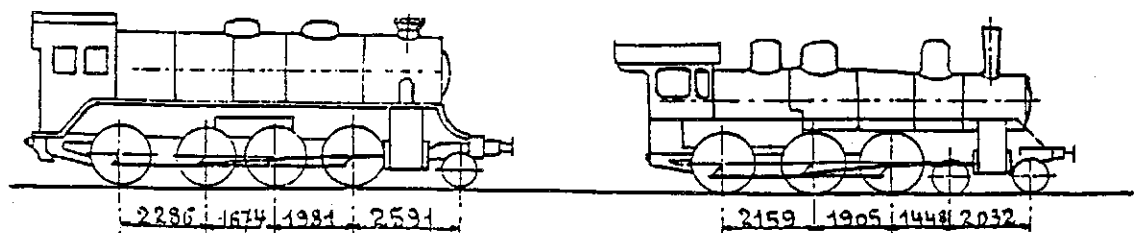
35 .. Roues de 1^m600 diam.

37



38

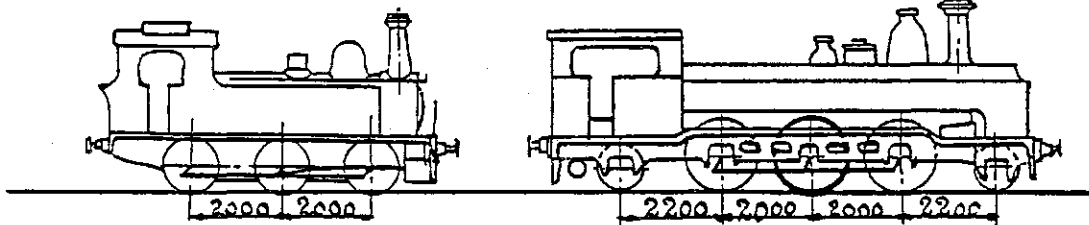
40



Locomotives
de petite
banlieue,

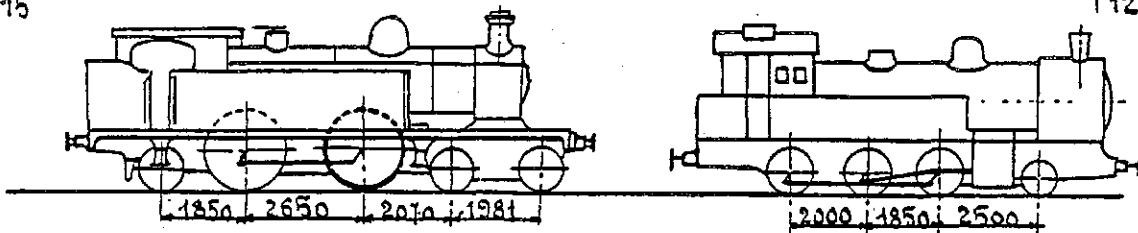
11

4



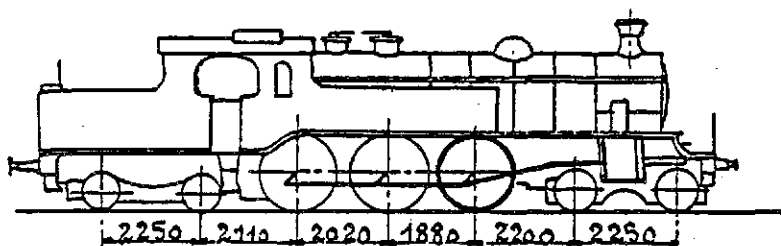
15

T12



Locomotive
pour trains
navettes
(trains-blocs
Bruxelles-
Anvers)

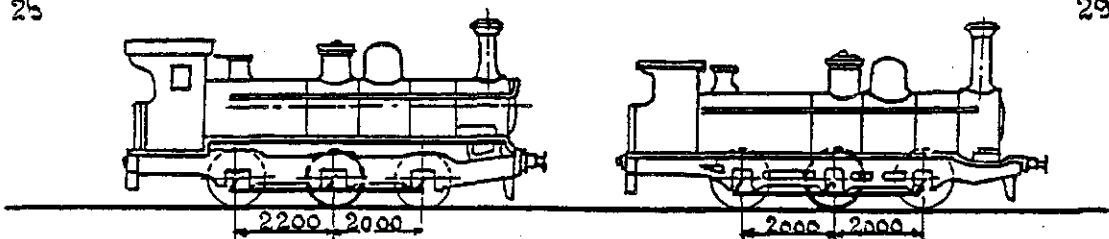
13



Locomotives
à
marchandises
pour
lignes
plates
et pour
lignes à
moyennes
inclinations

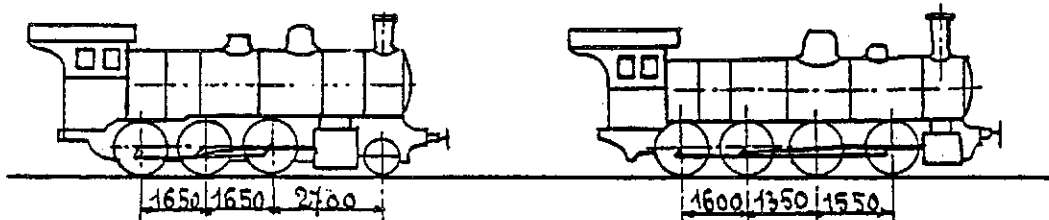
25

29



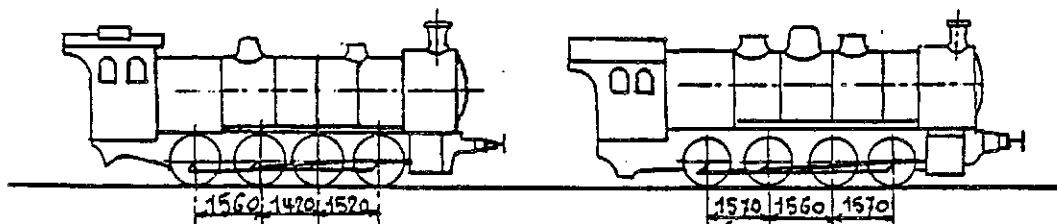
G 5⁴

G 7¹ - G 7²



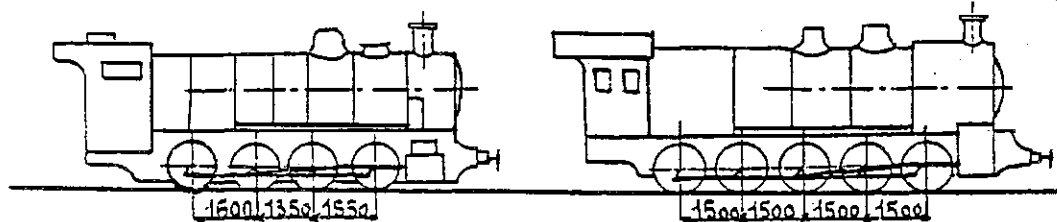
G 8

G 8¹



G 9

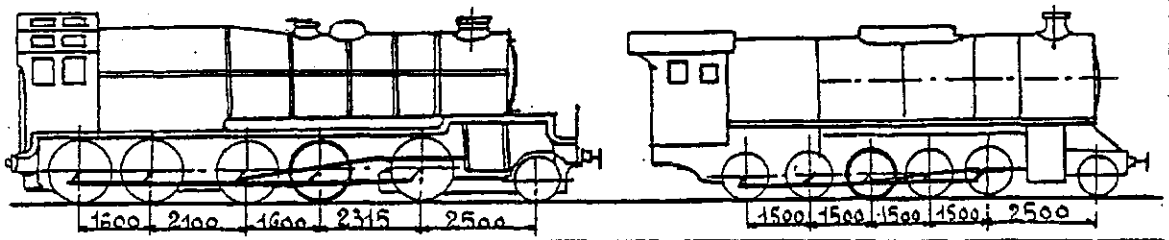
G 10



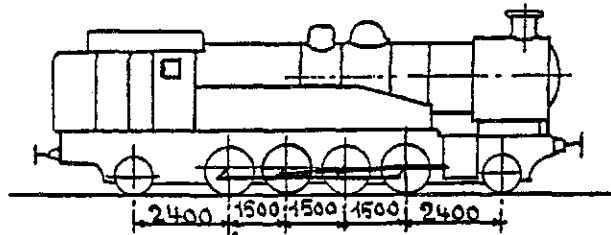
Locomotives
à
marchandise
pour
lignes à
fortes
rampes

36

G 12

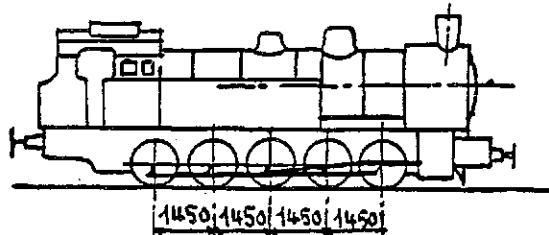


T 14.

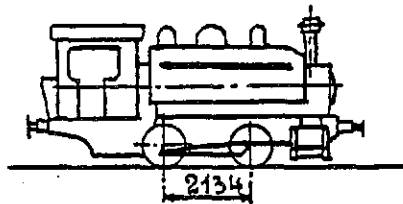


Locomotives
d'allège
(plans inclinés
de Siège)

T 16



50

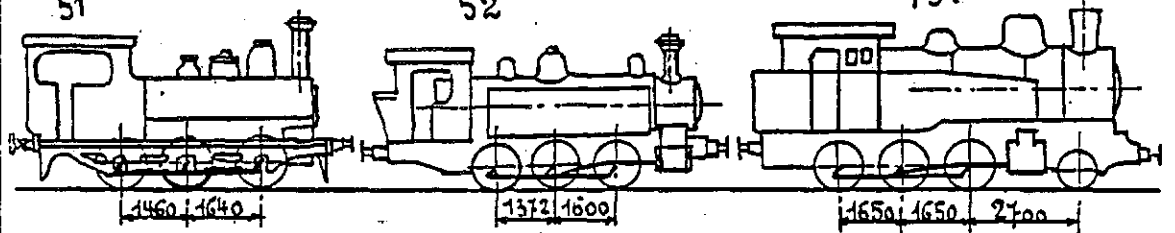


Locomotives
de
manœuvre

51

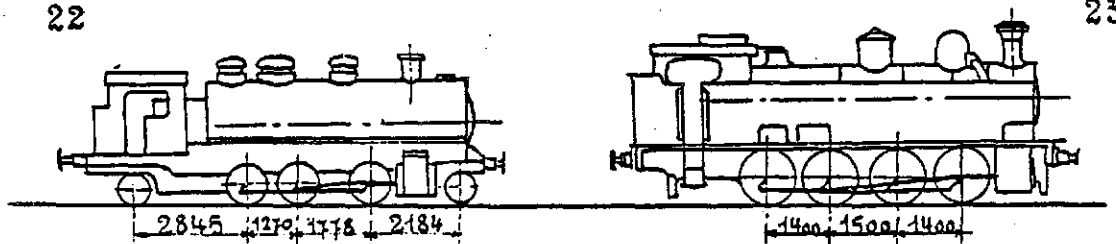
52

T 9³

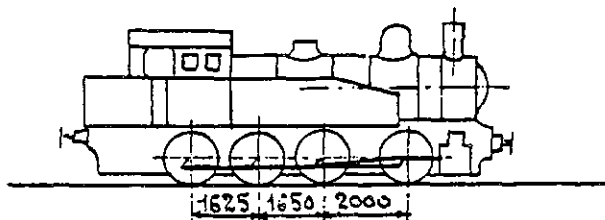


22

23



T 13.



13. Standardisation des divers types d'un effectif. On a toujours intérêt à avoir un pare ou effectif de locomotives comportant le moins possible de types différents. Ses avantages de la standardisation sont, en effet, nombreux. Ils peuvent se résumer comme suit :

A) Avantages essentiels. 1°) Le premier consiste à rendre la construction plus rationnelle en établissant les dimensions des pièces et organes d'après des principes logiques, ce qui conduit à une plus grande homogénéité de conception. 2°) Le second est de diminuer le coût de l'entretien et de la réparation. En effet, l'uniformité beaucoup plus grande des pièces constitutives et des pièces de rechange, qui résulte de la standardisation, permet le travail en série, l'emploi d'un nombre plus restreint de calibres différents, l'utilisation de machines-outils et de petit outillage de types moins divers et, enfin, la spécialisation des diverses brigades d'ouvriers. 3°) La standardisation permet de réduire le temps d'immobilisation des locomotives en réparation ou en entretien, ce que l'on pourrait appeler "industriellement" réduire les délais de livraison des machines réparées au service de l'exploitation".

a) Tout d'abord, comme les pièces de locomotives standardisées se répètent constamment, on est assuré qu'il en faudra toujours; on peut donc les exécuter d'avance et les tenir en stock pour le moment du besoin.

b) En second lieu, l'étude des pièces, de leur usinage et de leur montage est notablement réduite et se borne à un travail préparatoire condensé dans des tableaux standards.

c) En troisième lieu, on peut commander plus aisément les stocks de matières premières nécessaires à la confection des pièces (telles que, par exemple, barres rondes et carrées, cornières, fers I, etc), les dimensions différentes des pièces à confectionner étant moins nombreuses.

4°) Enfin, la standardisation permet d'économiser également du travail intellectuel. En créant une fois pour toutes des types répondant à toutes les conditions exigées, on évite de devoir recourir chaque fois à un nouveau travail d'assimilation et de recherches. Si l'économie en main-d'œuvre et en matières est une source de bénéfices, il n'est pas moins important d'épargner le travail intellectuel des agents techniques et celui des employés.

B) Avantages secondaires. Nous mentionnerons :

a) l'amélioration de la qualité des réparations qui est une conséquence du travail en série. Dans la construction mécanique, cette amélioration de qualité revêt un aspect spécial, la précision qui se traduit à son tour par l'interchangeabilité, propriété avantageuse entre toutes.

b) La réduction du magasin des pièces de rechange, et, par suite, une immobilisation moindre des capitaux engagés dans la constitution des magasins.

c) Enfin, les économies sur la comptabilité industrielle: la standardisation ayant pour effet direct le travail en série, celui-ci ouvre à son tour la voie à tous les perfectionnements de l'organisation industrielle moderne avec tous les avantages qui en résultent pour la production. Ainsi, il en coûte bien moins, par exemple, de comptabiliser une série de 1000 boulons tournés d'un même type de moteur que de devoir reprendre ces éléments par assortiments de quelques-uns se rapportant à une multitude de types de moteurs.

14. Programme de standardisation de l'effectif des locomotives de l'Etat Belge. Dans la détermination de ce programme il a été tenu compte: 1°) des catégories de locomotives existantes et adéquates à chaque genre de services à assurer; 2°) des effectifs de ces diverses catégories de locomotives. C'est ainsi que nous avons éliminé des types récents mais ne comportant qu'un nombre insuffisant d'unités et

dont on ne prévoit plus la construction ; 3°) de locomotives d'un type nouveau, à l'étude.

Catégorie des types de locomotives constituant l'effectif standardisé de l'Etat Belge.

A) Locomotives à voyageurs à grande vitesse :

- 1°) Pour lignes fortement accidentées : type 14 (à l'étude);
- 2°) Pour lignes moyennement accidentées : type 8^{bis} et type 10;
- 3°) Pour lignes plates : types 18^a - 18^b - 56;

B) Locomotives à voyageurs pour trains ordinaires (semi-directs et omnibus) : type P 8.

C) Locomotives à voyageurs pour petite banlieue et trains navettes : types 11 - 15^a - 13.

D) Locomotives mixtes : types 32^a - 33 - 37 - 38.

E) Locomotives à marchandises :

- 1°) Pour lignes à faibles et moyennes inclinaisons : type G 8^a;
- 2°) Pour lignes à fortes rampes : types 36 et T 14;

F) Locomotives d'allèges des plans inclinés de Siège : type T 16.

G) Locomotives de manœuvres.

- 1°) de moyenne puissance : type 51;
- 2°) de forte puissance : type 23.

III. Etude du travail des locomotives.

Détermination des charges remorquées et des vitesses correspondantes.

15. Enoncé du problème de la traction des trains.

Le problème de la traction des trains consiste, étant donné un type de locomotive, connaissant donc ses dimensions et ses caractéristiques, à déterminer la charge que ce type de locomotive peut remorquer sur une ligne déterminée, en indiquant le régime de vitesses qui correspond à cette charge.

Si l'on veut analyser ce problème, on se trouve en présence de deux éléments principaux : a) les résistances du train ;
b) l'effort au crochet de traction de la locomotive que nous

allons d'abord étudier spécialement.

16. Les résistances du train. Pour mettre un train en marche, lui imprimer une certaine accélération et maintenir la vitesse acquise, la locomotive doit développer un effort de traction capable de vaincre un certain nombre de résistances variables. On admet que l'ensemble de ces résistances est proportionnel au poids du train. Dans ces conditions on peut évaluer la résistance des véhicules en kg par tonne de poids remorqué.

A. Résistances propres des véhicules. En palier et en alignement droit, la résistance d'un véhicule animé d'une vitesse constante (caractérisant l'état de régime) se compose essentiellement des diverses résistances ci-après:

1°) Les résistances au roulement qui comprennent : a) le frottement des coussinets sur les fusées. (Frottement de glissement; cette résistance de frottement dépend surtout du poli des surfaces en contact, du graissage, ainsi que de la température de l'air ambiant. Elle est proportionnelle à la charge que le coussinet transmet à la fusée. On admet que dans certaines limites elle est indépendante de la vitesse. Quand la roue tourne elle donne naissance à un travail résistant qui, pour un tour de roues, est d'autant plus grand, que la circonférence de la fusée est plus grande, c'est-à-dire que le diamètre de celle-ci est plus grand.

D'autre part les roues de petit diamètre effectuent un plus grand nombre de tours par unité de parcours sur la voie (par km. parcouru par exemple) de sorte que pour les roues de petit diamètre, le travail résistant des frottements du coussinet sur la fusée sera relativement plus élevé que pour les roues de grand diamètre qui supporteraient la même charge et qui auraient les mêmes fusées. Ce sont donc les roues de petit diamètre et à grosse fusée qui donnent le plus de frottement aux coussinets et qui exigent par conséquent le graissage le plus abondant et le plus soigné. Exemple : les roues de

locomotives types 37 et 38, les roues de bogies, les roues porteuses.

b) Le frottement des roues sur les rails (frottement de roulement). Il est proportionnel à la charge transmise par la roue sur le rail et agit tangentiellement à la jante (surface de roulement du bandage). On admet qu'il est indépendant de la vitesse.

2°) Les résistances dues aux chocs de la voie. Ces résistances dépendent non seulement de l'état de la superstructure de la voie (ballastage imparfait, défauts dans la surface des rails, joints de rails défectueux, etc) mais encore de conditions de construction du véhicule au point de vue de sa stabilité. On admet généralement que la résistance due aux chocs augmente avec la vitesse et qu'elle est proportionnelle au poids du véhicule.

3°) La résistance de l'air. abstraction faite du vent, on admet que la résistance de l'air est proportionnelle au carré de la vitesse. Si le train marche contre le vent il faut dans l'évaluation de l'effort résistant, ajouter à la vitesse du train celle du vent.

L'influence de ces résistances est d'autant plus prononcée que le matériel offre plus de surface à l'action du vent; elle est plus grande pour le matériel fermé que pour le matériel ouvert au plat et augmente encore lorsque le train est de composition hétérogène sous ce rapport.

— Ses résistances énumérées plus haut, indépendantes du tracé de la ligne parcourue, sont celles qu'il faut vaincre de bout en bout, la vitesse étant supposée constante: ce sont les résistances propres du train. Certaines d'entre elles sont donc indépendantes de la vitesse du train, d'autres sont proportionnelles à cette vitesse, d'autres encore sont proportionnelles au carré de cette vitesse.

Il résulte de là que l'ensemble de ces résistances, rapporté à l'unité de poids (tonne) remorqué, peut se mettre

sous la forme générale :

$$r = a + bV + cV^2$$

r étant la résistance propre du train exprimée en kg. par tonne de poids remorqué, V la vitesse en km/h. et a , b , c , trois constantes déterminées par l'expérience. Ces constantes sont assez différentes selon l'espèce de matériel remorqué, selon la composition du train, ou selon qu'il s'agit de la rame, ou de la locomotive seule, ou du train entier.

Ainsi, d'après Barbier, on aurait :

pour les locomotives : $r = 3,8 + 0,027V + 0,0009V^2$.

pour le matériel : $r = 1,6 + 0,00456V + 0,000456V^2$.

La Compagnie du Nord donne pour les rames de wagons de charbon :

$$r = 1,45 + 0,008V^2$$

(valeur un peu faible aux vitesses peu élevées).

Une formule plus simple est celle de Clark, applicable au train entier :

$$r = 2,4 + 0,00077V^2$$

Cette formule donne des valeurs trop fortes aux grandes vitesses.

La Compagnie du P.L.M. donne $r = 1,5 + 0,1V$.

Enfin, pour le matériel à deux essieux à grand empattement, le F.O. a établi la formule très simple : $r = 0,06V$ qui semble donner de bons résultats.

Résistance propre des rames. On se rend compte, par ce qui précède, que la résistance à la marche d'une rame dépend d'un grand nombre de circonstances.

Pour fixer les idées, on peut estimer que la résistance propre d'un train de marchandises varie de 2 à 5 kg. par tonne de poids remorqué, suivant que ce train est formé de wagons du même type ayant leur chargement normal, ou bien de wagons vides plats et couverts, distribués sans ordre sur la longueur du train.

D'une façon plus générale, en palier et en alignement

droit (et sous réserve d'une vitesse constante) on peut conclure aux valeurs moyennes suivantes :

trains de marchandises. . $r = 3\frac{1}{2}$ kg. par tonne.

" misctes..... $r = 5$ kg " " "

" express..... $r = 7$ kg " " "

Bien entendu, ces valeurs se rapportent à la vitesse normale du type de train envisagé.

Pour le matériel à bogies, la résistance par tonne remorquée n'est que de 5 kg. pour des vitesses de 70 à 80 km et de 5,6 kg. aux vitesses de 90 km.

Résistance propre des locomotives. Il est à remarquer que dans la marche d'un train rapide, la locomotivse développant sa puissance normale absorbe à elle seule près de la moitié de cette puissance. C'est en effet la locomotivse qui reçoit le premier choc de l'air, de sorte que le terme cV^2 est très élevé; en outre, la résistance de ses mécanismes absorbe une part appréciable de sa puissance développée. Enfin, la résistance de la locomotivse, considérée comme véhicule, est toujours plus considérable que celle du matériel de même poids, surtout dans le cas des locomotivses à petites roues et à grand empattement. On peut estimer que la résistance propre des puissantes locomotivses modernes, tant à marchandises qu'à grande vitesse est comprise entre 10 et 15 kg. par tonne de poids propre y compris le tender. D'une façon générale, la résistance de la locomotivse au roulement dépend beaucoup de l'état d'entretien, du degré de poli des surfaces frottantes, et du graissage. On a donc toujours intérêt à ce que ce dernier soit aussi parfait que possible, notamment pour les cylindres et les distributeurs.

B. Résistances additionnelles. Celles-ci sont dues aux rampes et aux courbes que la ligne peut présenter.

10) Résistance additionnelle due à l'inclinaison de la voie en rampe. Cette résistance n'est autre que la composante de la pesanteur dirigée selon l'inclinaison de la

voie (fig. 11). Elle peut s'élever, par tonne remorquée, à 1 kg.

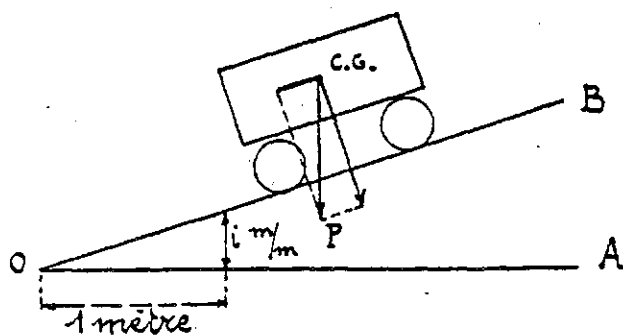


fig. 11

par millimètre d'inclinaison au mètre courant de voie, ce qui revient à dire qu'une rampe de i m/m. par mètre crée une résistance additionnelle de i kg. par tonne remorquée.

Ainsi, un train de P tonnes gravissant une rampe de i m/m par mètre opposera une résistance additionnelle de rampe égale à $P \times i$ kilogrammes. Si la voie était en pente de i m/m. par mètre, le train subirait, au contraire, l'action d'une force motrice égale à $P \times i$ kg.

2°) La résistance additionnelle due aux courbes de la ligne évaluée en kg. par tonne remorquée, peut se calculer de diverses manières. Il existe plusieurs formules, dont la plus simple $\frac{750}{R}$, donne des résultats suffisamment approchés pour les besoins de la pratique, R étant le rayon de la courbe en mètres.

C. Résistances au démarrage et à la mise en vitesse.

Ainsi qu'il a déjà été dit, les résistances envisagées plus haut, se rapportent exclusivement à l'état de mouvement du train en régime (vitesse constante). Or, la locomotive doit vaincre en outre la résistance de démarrage ainsi que l'inertie qu'offre la masse du train à l'accélération lors de la mise en vitesse de celui-ci.

1°) Au moment du démarrage, les frottements sont en effet plus élevés et de plus il y a l'inertie au départ. Il est très difficile d'évaluer la résistance au démarrage : si l'on se contente d'interposer un dynamomètre entre la

locomotive et le train, on obtient des résultats fort peu comparables entre eux.

En pratique on peut admettre que la résistance au démarrage en palier oscille entre 15 et 20 kg. par tonne pour les trains de voyageurs et n'est que de 13 kg. par tonne pour les trains à marchandises. Pour les premiers, en effet, les attelages sont bien serrés et toutes les voitures démarrent en même temps, tandis que pour les trains de marchandises, le démarrage des véhicules a lieu de proche en proche. Toutefois l'influence du graissage des boîtes, de l'état des rails, des circonstances atmosphériques peuvent faire varier ces chiffres du simple au double.

2) Lors de la mise en vitesse du train, la locomotive doit également fournir un effort supplémentaire (effort accélérateur) capable d'augmenter progressivement la vitesse du train. Nous reviendrons sur cette question dans l'étude de l'effort de traction.

17. Exemples de calcul de la résistance d'un train. Soit à calculer la résistance d'un train de 600 T roulant à une vitesse de 30 km/h. sur une voie en courbe de 1500 mètres de rayon et en rampe de 5 m/m. par mètre. En calculant les résistances propres d'après la formule du P.L.M., et en évaluant les résistances additionnelles, comme indiqué plus haut, on trouve, par tonne remorquée :

$$r = 1,5 + (0,1 \times 30) + \frac{750}{1.500} + 5.$$
$$= 10 \text{ kg.}$$

et pour le train entier :

$$Pr = 10 \times 600 = 6000 \text{ kg.}$$

Si la charge n'était que de 400 T., mais la vitesse, 60 km. à l'heure, on aurait par tonne remorquée :

$$r = 1,5 + (0,1 \times 60) + \frac{750}{1.500} + 5.$$
$$= 13 \text{ kg.}$$

et pour le train entier :

$$Pr = 13 \times 400 = 5.200 \text{ kg.}$$

Conclusion. Les exemples montrent que la vitesse d'une part, et l'inclinaison des rampes d'autre part, influent d'une façon prédominante sur l'ensemble des résistances du train tandis que les frottements des fusées et les frottements de roulement n'interviennent que pour une faible part.

Ainsi, en palier et à une vitesse de 30 km/h. la résistance en kg. par tonne de charge, d'après la formule du P.L.M. ne serait que de $1,5 + 0,1 \times 30 = 4,5$ kg. alors que, à la même allure, en rampe de 16 mm. par mètre (ligne du Luxembourg) il s'y ajoute 16 kg. par tonne.

Si la vitesse était triplée, la résistance, en palier, deviendrait : $1,5 + (0,1 \times 90) = 10,5$ kg par tonne, ce qui correspond à une majoration de 6 kg. par tonne.

On déduit de cette conclusion que pour connaître l'effort que la locomotive devra fournir, il faut connaître le profil de la ligne et la vitesse à atteindre. Il résulte en outre, de ce qui précède, que pour une locomotive déterminée, la charge qu'elle peut remorquer est d'autant moindre que la vitesse à atteindre est plus élevée et que l'inclinaison du profil est plus forte.

18. L'effort de traction. L'effort de traction ou effort au crachet de traction est celui qu'enregistrerait un dynamomètre remplaçant l'attelage de la machine au premier véhicule de la rame.

On distingue aussi l'effort à la jante (ou effort de traction tangent à la circonférence des roues motrices et appliqué à son point de contact avec le rail) qui ne diffère de l'effort au crachet que parce qu'il contient en plus l'effort nécessaire pour vaincre les résistances de la machine considérée comme véhicule.

Si E' est l'effort de traction, E l'effort à la jante et R la résistance de la machine, on a donc :

$$E' = E - R$$

Au point de vue du problème de la traction des trains

c'est l'effort E' au crochet qui nous intéresse, c'est-à-dire celui qui est disponible pour vaincre la résistance de la charge utile.

Peu nous importe que l'on ait un effort (E) à la jante élevée, si l'on perd une partie importante pour remorquer la locomotive elle-même, soit en la surchargeant d'approvisionnement inutile, soit en la munissant d'accessoires dont la nécessité est discutable. Mais il faut noter toutefois que l'augmentation du poids de la machine, lorsque cette augmentation porte sur le poids adhérent, rend en même temps possible une augmentation de l'effort de traction lui-même. Il est donc toujours nuisible de surcharger un tender indépendant s'il n'y a pas nécessité, mais dans une machine-tender au contraire, le poids des approvisionnements augmente aussi l'adhérence.

A mesure que l'inclinaison des rampes croît, la résistance de la locomotive croît, de sorte que la partie de l'effort à la jante disponible au crochet diminue. Il existe une rampe (140 mm. par mètre en moyenne) sur laquelle une locomotive ne peut plus que se mouvoir elle-même. On est ainsi amené à considérer que, au-delà de l'inclinaison de 30 à 35 mm., la traction par simple adhérence n'est plus pratique. Il faut donc ou bien rester en dessous de ces limites ou recourir à d'autres moyens.

Il est intéressant, cependant, de connaître l'effort à la jante; c'est de celui-ci que l'on déduit d'ailleurs l'effort au crochet, parce qu'on peut en étudier directement les rapports avec le poids adhérent ainsi que nous allons le voir. Il est égal à l'effort produit sur les pistons, diminué de la résistance du mécanisme. En diminuant celle-ci par un bon montage, un entretien et un graissage soignés, on augmente donc la partie disponible à la jante et partant au crochet du tender.

19. Calcul de l'effort de traction à la jante d'après

Les caractéristiques du moteur. Notion de l'indice caractéristique. A. Locomotives à simple expansion.

Soient:

N = le nombre de cylindres.

d = le diamètre des cylindres (en cm.).

l = la course des pistons (en cm.).

D = le diamètre des roues motrices (en cm.).

p_v = la pression à la chaudière (pression du timbre) (en kg/cm²).

p_{m} = la "pression moyenne" de travail dans les cylindres (en kg/cm²).

On entend par "pression moyenne" une pression fictive qui, appliquée d'une façon constante sur le pistons pendant toute la course de celui-ci, produirait le même travail par coup de piston que celui réalisé effectivement. Cette pression moyenne ne représente donc qu'une fraction de la pression du timbre. Elle est d'autant plus petite que le degré d'admission est moindre, car à une admission réduite correspond évidemment un travail moindre par coup de piston. D'autre part, à égalité de degré d'admission, la pression moyenne varie encore avec la vitesse: cela tient à ce qu'une certaine chute de pression se manifeste inévitablement dans le cylindre pendant l'admission, chute de pression d'autant plus sensible que le mouvement du piston est plus accéléré. De là résulte que l'effort de traction diminue sensiblement quand la vitesse de la locomotive augmente, car à chaque régime de vitesse correspond un degré d'admission déterminé, compatible avec le pouvoir de vaporisation de la chaudière. En d'autres termes, à mesure que la vitesse augmente, il faut réduire le degré d'admission si l'on veut que le débit de la chaudière puisse suivre la consommation de vapeur aux cylindres. L'accroissement de vitesse ne peut donc s'acquiescer qu'au détriment de l'effort de traction; autrement dit l'effort de traction varie essentiellement avec la vitesse.

Soit E l'effort de traction à la jante (en kg.).

Pour un tour de roues, le travail de l'effort de traction à la jante (qui est tangent à la circonférence de la roue) sera égal au produit de cette force par le chemin parcouru πD à la circonférence de la roue et vaudra donc $\pi D \times E$.

Pour simplifier notre exposé, faisons abstraction des pertes par frottement du mécanisme moteur (pertes qui représentent environ 10% de l'effort moteur fourni par les pistons). Dès lors, le travail de l'effort à la jante, par tour de roues, peut être pris égal au travail fourni par les pistons pendant le même temps.

Si d est l'alésage des cylindres et p_m la pression moyenne de la vapeur dans les cylindres, l'effort moteur moyen de la vapeur agissant sur chaque piston sera égal au produit de cette pression par la section du piston, soit :

$$p_m \times \frac{\pi d^2}{4}$$

La course des pistons étant l , le travail de cette force par coup de piston sera égal à

$$p_m \times \frac{\pi d^2}{4} \times l$$

et comme le piston décrit 2 courses par tour de roues, le travail moteur par cylindre et par tour de roues sera égal à :

$$2 \times p_m \times \frac{\pi d^2}{4} \times l$$

Si il y a N cylindres, le travail total des pistons par tour de roues sera :

$$N \times 2 \times p_m \times \frac{\pi d^2}{4} \times l = \frac{N}{2} \times p_m \times \pi d^2 l$$

En égalant alors ce travail à celui de l'effort à la jante nous aurons :

$$\pi D \times E = \frac{N}{2} \times p_m \times \pi d^2 l$$

d'où
$$E = \frac{N}{2} \times p_m \times \frac{d^2 l}{D}$$

Dans la pratique on préfère exprimer l'effort de traction en fonction de la pression du timbre (p) en posant $p_m = K p$, K étant un coefficient de réduction. Celui-ci dépend de

plusieurs circonstances et essentiellement, d'après ce qui a été dit plus haut, du degré d'admission dans les cylindres et de la vitesse. Généralement, pour comparer entre elles diverses locomotives au point de vue de leur effort de traction, on évalue celui-ci à faible vitesse en prenant le coefficient $K = \frac{p_m}{p}$ égal à 0,65, d'où $p_m = 0,65 p$, ce qui correspond sensiblement à une admission de 40%. appliquée dans ces conditions, la formule de l'effort de traction à la jante pour une locomotive à simple expansion à N cylindres, devient:

$$E = \frac{N}{2} \times 0,65 p \times \frac{d^2 l}{D}$$

Par suite:

avec 2 cylindres à simple expansion	$E = 0,65 p \times \frac{d^2 l}{D}$
" 3 " " " "	$E = \frac{3}{2} \times 0,65 p \times \frac{d^2 l}{D}$
" 4 " " " "	$E = 2 \times 0,65 p \times \frac{d^2 l}{D}$

Indice caractéristique. Le terme $\frac{d^2 l}{D}$ constitue l'indice caractéristique du moteur (C) parce que, à timbre égal et à égalité du nombre de cylindres, cet indice permet de comparer entre elles les divers types de locomotives à simple expansion au point de vue de leur effort de traction. Exemples:

1°) Soit la locomotive type 38, à 2 cylindres et à simple expansion dans laquelle $N = 2$

$$p = 14 \text{ kg./cm}^2$$

$$C = \frac{d^2 l}{D} = \frac{61 \text{ cm.} \times 61 \text{ cm.} \times 71,1 \text{ cm.}}{152 \text{ cm.}}$$

d'où

$$E = \frac{0,65 \times 14 \times 61 \times 61 \times 71,1}{152}$$

$$= 15.840 \text{ kg.}$$

2°) Soit la locomotive type S10² à 3 cylindres et à simple expansion, dans laquelle $N = 3$

$$p = 14 \text{ kg./cm}^2$$

$$C = \frac{d^2 l}{D} = \frac{50 \text{ cm.} \times 50 \text{ cm.} \times 63 \text{ cm.}}{198 \text{ cm.}}$$

d'où

$$E = \frac{2}{3} \times \frac{0,65 \times 14 \times 50 \times 50 \times 63}{198}$$

$$= 10.524 \text{ kg.}$$

30) Soit la locomotive type 9 à 4 cylindres et à simple expansion dans laquelle

$$N = 4$$

$$p = 14 \text{ kg./cm}^2$$

$$C = \frac{d^2 l}{D} = \frac{44,5 \text{ cm.} \times 44,5 \text{ cm.} \times 64 \text{ cm.}}{198 \text{ cm.}}$$

$$\text{d'où } E = 2 \times \frac{0,65 \times 14 \times 44,5 \times 44,5 \times 64}{198}$$

$$= 11.650 \text{ kg.}$$

B. Locomotives à double expansion. Soient :

N = le nombre total de cylindres et par suite, $\frac{N}{2}$ le nombre de cylindres B.P.

p = la pression du timbre de la chaudière (en kg./cm²).

p' = la pression maximum admise pour le receiver (en kg./cm²).

d = le diamètre des cylindres H.P. (en cm).

d' = le diamètre des cylindres B.P. (en cm).

l = la course des pistons (en cm.) supposée la même pour les cylindres H.P. et B.P., ce qui est le cas général.

D = le diamètre des roues motrices (en cm).

Dans l'évaluation de l'effort de traction des locomotives à double expansion on doit se placer à deux points de vue. On peut, en effet, envisager l'effort développé soit pendant le démarrage, soit pendant la marche à double expansion:

1°) Pendant le démarrage les deux groupes H.P. et B.P. sont séparés, l'échappement des cylindres H.P. se fait directement à l'air libre et les cylindres B.P. sont alimentés directement au moyen de vapeur vive à une pression réduite au timbre du receiver. On peut donc assimiler, pendant le démarrage, la locomotive à double expansion à un ensemble de deux machines à simple expansion dont l'une correspond au groupe des cylindres H.P. (recevant la vapeur à la pression (p) du timbre de la chaudière) et l'autre, au groupe des cylindres B.P. (recevant la vapeur à une pression réduite (p') ne dépassant pas la pression maximum admise pour le receiver.

C'est ainsi que la formule de l'état Belge donne,

pour l'effort de traction afférent au démarrage des locomotives compound à 4 cylindres :

$$E = 0,65 \left(\frac{\pi d^2 l}{D} + \frac{\pi d'^2 l}{D} \right)$$

formule dans laquelle le coefficient 0,65 répond à des résultats d'expérience.

Exemple. Dans le cas de la locomotive 8 bis, on trouverait, en tablant sur une pression $p' = 6 \text{ kg/cm}^2$ (timbre du receiver), et en remplaçant les lettres par leur valeur : $E = 10900 \text{ kg}$.

2°) Mouche à double expansion : il faut nécessairement admettre qu'une certaine vitesse soit déjà atteinte.

Tenant compte du rapport des volumes des cylindres H.P. et B.P., on peut, dans un but de simplification, rapporter le degré d'admission aux cylindres B.P., car, au point de vue théorique, le travail d'une machine compound est le même que si le cylindre B.P. existait seul, la vapeur de la chaudière y était admise directement et y subissait la détente totale. En effet, supposons, pour fixer les idées, que le rapport du volume des cylindres H.P. au volume des cylindres B.P. soit égal à $1/2$. Supposons d'autre part qu'un volume initial V de vapeur, à la pression de la chaudière, soit admis dans le cylindre H.P. pendant le $1/3$ de la course du piston. Après détente dans le cylindre H.P., ce volume sera donc devenu égal à $3V$. Passant alors au cylindre B.P., supposé 2 fois plus grand, ce volume $3V$, après détente dans le cylindre B.P., sera finalement devenu égal à $2 \times 3V = 6V$. En d'autres termes, en se détendant successivement dans les 2 cylindres, la vapeur a subi, en fin de compte, une détente totale égale à 6 fois le volume initial. Par suite, si le même volume initial (V) de vapeur prise à la chaudière avait été admis directement dans le cylindre B.P. pour y subir la même détente totale et y fournir par conséquent le même travail, ce volume n'aurait alors occupé que le
 $\frac{1}{6} = \left(\frac{1}{3} \times \frac{1}{2} \right)$ du volume de ce cylindre, soit une fraction de ce volume égale au degré d'admission $\left(\frac{1}{3} \right)$ au cylindre H.P.

réduit dans le rapport ($\frac{1}{2}$) des volumes des cylindres H.P. et B.P.

Ces considérations permettent de conclure à la possibilité d'exprimer l'effort de traction des locomotives compound en fonction de l'indice caractéristique des cylindres B.P. dans lesquels la vapeur de la chaudière serait admise à un degré d'admission correspondant à la détente totale. Dans ces conditions, si p est la pression à la chaudière, d le diamètre des cylindres B.P., D le diamètre des roues motrices et K' le coefficient de réduction correspondant à la détente totale, la relation entre le travail moteur à la jante (E) et le travail fourni par les pistons nous donnera encore :

$$\pi D \times E = \frac{N}{2} \times 2 \times K' p \times \frac{\pi d^2 l}{4} = \frac{N}{4} \times K' p \times \frac{\pi d^2 l}{4}$$

d'où l'effort à la jante

$$E = \frac{N}{4} \times K' p \times \frac{d^2 l}{D}$$

Le tableau ci-dessous donne, pour différents rapports

Valeur de K'				
Rapport des volumes.	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2,25}$	$\frac{1}{2,50}$	$\frac{1}{2,90}$
Locomotives express et à voyageurs	0,44	0,42	0,40	0,38
Locomotives à marchandises	0,50	0,48	0,45	0,40

de volumes, et selon qu'il s'agit de locomotives à voyageurs ou à marchandises, les valeurs correspondantes du coefficient de réduction K' fournies par l'expérience.

Exemples : Dans le cas de la locomotive à voyageurs type 8 bis, si l'on considère la marche normale à double expansion, et si dans ces conditions on rapporte le degré d'admission aux cylindres B.P., le rapport des volumes étant, pour cette locomotive, égal à $\frac{1}{2,25}$ ou 0,44, on trouve d'après le tableau ci-dessus, $K' = 0,42$, d'où

$$E = \frac{N}{4} \times 0,42 p \times \frac{d^2 l}{D}$$

valeur qui correspond sensiblement à la vitesse de 30 km/hr et à une admission de 65% aux cylindres H.P., laquelle,

-102-

rapportée aux cylindres B.P., serait égale à $65\% \times \frac{1}{2,25}$ ou $0,65 \times 0,44 = 0,286$ soit $28,6\%$.

En remplaçant les lettres par leur valeur, on trouverait :

$$E = \frac{4}{4} \times 0,42 \times 16 \text{ kg/cm}^2 \times \frac{60 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} \times 64 \text{ cm}}{180 \text{ cm}}$$
$$= \frac{0,42 \times 16 \times 60 \times 60 \times 64}{180} = 8.600 \text{ kg.}$$

Tenant compte de la vitesse relativement faible à laquelle il a été calculé, cet effort de traction est sensiblement l'effort le plus élevé que les cylindres peuvent fournir en marche compound.

20. Relation entre l'effort à la jante et les résistances.

a) à l'état de régime, c'est-à-dire lorsque le train roule à vitesse constante, l'effort à la jante ne doit vaincre en palier et en alignement droit que la somme des résistances propres de l'ensemble du train (y compris celles de la locomotive), c'est-à-dire les diverses résistances au roulement ainsi que la résistance de l'air.

Si la ligne comporte des rampes et des courbes, l'effort à la jante doit vaincre les résistances additionnelles correspondantes.

Dans ces conditions, à l'état de régime, l'effort à la jante (E) nécessaire doit être égal à la somme de ces diverses résistances.

b) Lors de la mise en vitesse du train la locomotive doit fournir un supplément d'effort à la jante pour vaincre l'inertie qui oppose la masse du train au mouvement accélééré qu'il s'agit de lui imprimer.

Un train partant du repos, et devant atteindre une vitesse de régime v mètres par seconde au bout d'un temps t secondes, doit, en effet, gagner progressivement de vitesse depuis la vitesse zéro jusqu'à la vitesse donnée, c'est-à-dire prendre un mouvement accélééré. Cette accélération du mouvement ne s'obtient qu'au prix d'un effort de traction plus grand que celui nécessaire pour vaincre les résistances

propres du train. Le supplément d'effort à fournir (ou effort accélérateur) dépend de la masse du train à mettre en mouvement et de l'accélération que l'on désire lui imprimer. En assimilant la mise en vitesse d'un train à un mouvement uniformément accéléré (c'est-à-dire, caractérisé par une vitesse croissant régulièrement de la même quantité à chaque instant), il nous suffira, pour calculer l'effort accélérateur (X^{kg}) nécessaire, d'appliquer la relation fondamentale

$$X^{kg} = m \times j^{m/sec.}$$

qui existe entre la masse (m) du train et l'effort accélérateur (X^{kg}) nécessaire pour lui imprimer une accélération donnée ($j^{m/sec.}$).

La masse (m) du train se détermine en remarquant que, en vertu de la même relation, le poids (P^{kg}) du train = mg , g étant l'accélération de la pesanteur qui vaut $9^m,81$ par seconde; d'où

$$m = \frac{P^{kg}}{9,81^{m/sec}} = \frac{P}{10} \text{ environ.}$$

Dans les applications courantes on peut donc prendre comme masse du train le dixième de son poids exprimé en kilogrammes.

L'effort accélérateur vaut donc:

$$X^{kg} = \frac{P^{kg}}{10} \times j^{m/sec.}$$

Or, comme nous avons supposé que la mise en vitesse se fait suivant un mouvement uniformément accéléré, l'accélération sera égale à la vitesse de régime ($v^{m/sec.}$) à atteindre, divisée par le temps ($t^{sec.}$) qu'il faut pour l'atteindre.

L'effort accélérateur nécessaire vaudra donc:

$$X^{kg} = \frac{P^{kg}}{10} \times \frac{v^{m/sec.}}{t^{sec.}}$$

Exemple: soit un train pesant 455 tonnes, y compris la locomotive. Supposons que, partant du repos, ce train doive atteindre la vitesse de 72 km/h. (soit $v = \frac{72^{km/h}}{3,6} = 20^{m/sec}$) au bout de 130 secondes (soit 2' 10") ce qui correspond à une accélération $j^{m/sec.} = \frac{v^{m/sec.}}{t^{sec.}} = \frac{20^{m/sec.}}{130^{sec.}} = 0^m,154$ par seconde.

L'effort accélérateur sera donc

$$X^{kg} = \frac{455000 \text{ kg}}{10 \frac{m}{sec}} \times \frac{20 \frac{m}{sec}}{130 \text{ sec}} = 7.000 \text{ kg.}$$

Remarque. Si accélération de 0,154 m/sec., ou en chiffres ronds 15 cm/sec. par seconde, correspond sensiblement, pour les trains de voyageurs, aux conditions de la pratique. Dans ces conditions, l'effort accélérateur nécessaire pour une mise en vitesse normale d'un train de voyageurs, est donné par la formule très simple

$$X^{kg} = \frac{P^{kg}}{10 \frac{m}{sec.}} \times 0,15 \frac{m}{sec.} = P^{kg} \times 0,015.$$

P étant le poids (en kg) du train entier y compris la locomotive.

c) Lors des reprises de vitesse en cours de route, la locomotive doit fournir également un effort accélérateur

$$X^{kg} = \frac{P^{kg}}{10 \frac{m}{sec.}} \times \frac{v_2 \frac{m}{sec.} - v_1 \frac{m}{sec.}}{t \text{ sec.}}$$

$t^{sec.}$ étant le temps nécessaire pour passer de la vitesse $v_1 \frac{m}{sec.}$ à la vitesse $v_2 \frac{m}{sec.}$.

Exemple. Pour passer en une minute de la vitesse de 36 km (10 m. par seconde) à la vitesse de 72 km (20 m. par seconde), une locomotive remorquant 455 tonnes devra fournir un effort accélérateur

$$X^{kg} = \frac{455.000 \text{ kg}}{10 \frac{m}{sec.}} \times \frac{20 \frac{m}{sec.} - 10 \frac{m}{sec.}}{60 \text{ sec.}} = 7.583 \text{ kg.}$$

Tout se passe comme si ce même train, quittant le repos, devait atteindre, dans le même temps, une vitesse égale à la différence des vitesses données.

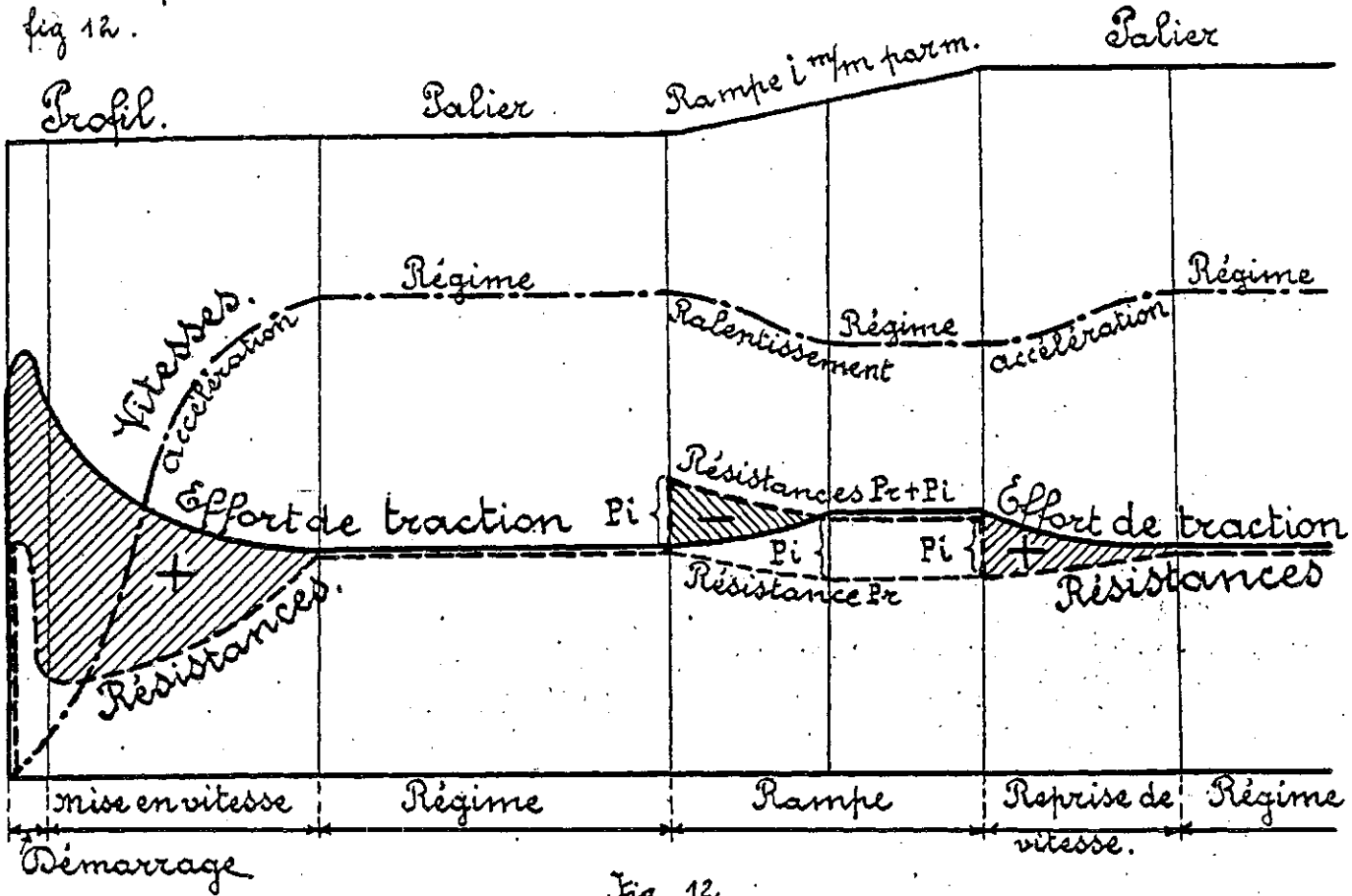
21. Représentation graphique de la relation entre l'effort de traction et les résistances pendant la marche

du train. Pour le démarrage, le levier de changement de marche est à fond de course afin d'obtenir le supplément d'effort de traction nécessaire de façon à vaincre la résistance au départ, qui est très élevée. Pendant les premiers tours de roues (démarrage) cette résistance diminue fortement. Après quelques tours de roues, on peut ramener le levier vers le centre de façon à adopter un degré d'admission compatible avec le pouvoir de vaporisation de la chaudière. A mesure que la vitesse augmente, la résistance du train s'élève, l'effort de traction diminue progressivement, et à partir du moment où ces deux éléments sont égaux,

deux éléments vient à varier (diminution de pression, rampe plus forte, courbe, etc) la vitesse diminue, à moins que l'on ne compense toute augmentation de la résistance par une augmentation du degré d'admission.

Toute reprise de vitesse en cours de route après un ralentissement peut être assimilée à la période de démarrage.

On peut résumer ces considérations dans le diagramme ci-dessous fig 12.



- Fig. 12 -

22. Relation entre l'effort à la jante et le poids adhérent de la locomotive. Ses caractéristiques du moteur proprement dit ne sont pas les seules dont dépend l'effort de traction celui-ci est en outre limité par l'adhérence.

P_a étant le poids adhérent de la locomotive, c'est-à-dire le poids total que le train de roues couples reporte sur les rails, et f le coefficient d'adhérence, c'est-à-dire le coefficient de frottement de glissement entre bandage et rail, l'effort de traction effectif sera limité par l'adhérence, égale à $f P_a$.

En d'autres termes, l'effort de traction à la jante ne peut dépasser l'adhérence, sans quoi les roues motrices de la loco motive pivoteraient. Dans ces conditions, l'expression $E = f P_a$

est la relation donnant la mesure de l'effort de traction que la locomotive peut développer efficacement à la jante de ses roues motrices.

Le coefficient f varie d'après l'état des rails et les circonstances atmosphériques. Dans les circonstances favorables $f = 0,20$ et même plus, tandis qu'il peut s'abaisser à $0,10$ sur rails gras ou par pluie fine. Cette expression de l'effort de traction est donc essentiellement variable. Elle doit plutôt être considérée comme une limite supérieure que les circonstances peuvent abaisser très fortement. Nous dirons donc que l'effort de traction est limité par l'adhérence.

On fait une différence au point de vue du choix du coefficient f entre les moteurs à marchandises et ceux à voyageurs. Pour les locomotives à voyageurs l'adhérence n'est intéressante qu'au démarrage et sur les fortes rampes. Pour ces machines, en effet, l'effort de traction s'approche moins fréquemment de l'adhérence et l'on peut choisir des coefficients plus élevés, le pistonnement étant moins à craindre.

Pour les locomotives à marchandises, par contre, l'adhérence est toujours intéressante, l'effort de traction à la jante s'approchant constamment de cette limite. Il est donc utile de prendre ici un coefficient plus faible. On le diminuera encore pour les locomotives à fortes rampes qui travaillent constamment à la limite d'adhérence.

Dans le même ordre d'idées on tiendra compte du type de machine : ainsi, par exemple, dans un moteur compound, si l'effort de traction est plus régulier, on pourra prendre une valeur de f plus grande.

Au surplus, c'est surtout au point de vue des moteurs à marchandises que nous nous placerons ici et nous prendrons $f = 0,18$. Pour les moteurs à voyageurs, où la vitesse joue un rôle beaucoup plus important, nous nous contenterons des charges données par l'expérience ; celles-ci dépendent d'ailleurs beaucoup de la vitesse.

En général, pour ce qui concerne les locomotives à marches
 dises, l'adhérence pourra nous servir, mieux que l'effort de
traction, à comparer deux types de moteurs, d'autant plus exac-
 tement que ces deux types de moteurs ont les mêmes caractéris-
 tiques, aux dimensions près. Connaissant les charges de l'un
 des types de moteurs, dans des conditions déterminées, nous en
 déduirons celles de l'autre type par un simple rapport.

A titre d'exemple de l'influence de l'adhérence sur la capa-
 cité de remorque des locomotives, nous citerons le cas typique
 de la locomotive type 8 bis, que nous voulons comparer à la locomotive
 type 9. On peut remarquer, en effet, que l'effort de traction
 théorique de la locomotive type 8 bis n'est que de 10.900 kg
 alors que la locomotive type 9 est susceptible de développer
 un effort théorique de 11.650 kg. Mais le poids adhérent de
 la locomotive 8 bis, égal à 59.736 kg, est sensiblement supérieur
 à celui de la locomotive type 9, égal à 53.300 kg seulement.
 Dans ces conditions, en tablant sur une adhérence moyenne
 de $\frac{1}{6}$, on trouve que, pour la locomotive 8 bis, l'effort de trac-
 tion utile peut atteindre 9956 kg alors qu'il ne peut atteindre
 que 8883 kg. dans le cas de la locomotive type 9. Ainsi
 s'explique qu'aux documents de service les charges admissi-
 bles pour la locomotive 8 bis sont nettement supérieures à
 celles admises pour la locomotive type 9.

23. Variation de l'effort de traction avec la puissance
de vaporisation. Nous avons déjà fait remarquer (§19) que
l'effort de traction est également limité par la puissance de
vaporisation de la chaudière.

En effet, si pour un degré d'admission déterminé, on
 fait croître la vitesse de marche, le nombre de cylindrées par
 unité de temps augmente, et partant, la consommation de vapeur.
 Or, il arrive un moment où l'on atteint la limite de
 puissance de vaporisation de la chaudière. Cette puissance,
 il est vrai, croît avec le nombre de tours de roues par
 unité de temps, en raison de ce que le tirage est plus vif

lorsque la fréquence des coups d'échappement est plus grande. Mais elle atteint rapidement un maximum, et reste alors sensiblement constante, quel que soit l'accroissement de vitesse. On peut donc admettre que, entre certaines limites, la puissance de vaporisation est pratiquement indépendante de la vitesse. De là résulte qu'à chaque vitesse correspondra donc une limite supérieure de l'effort de traction déterminée par le pouvoir de vaporisation de la chaudière.

En résumé, l'effort de traction dépend donc essentiellement de la vitesse : il diminue quand la vitesse augmente. Il est limité d'une part par l'adhérence et, d'autre part, par la capacité de vaporisation de la chaudière.

Pour chiffrer l'effort de traction, il faut donc, avant tout, indiquer la vitesse que l'on considère. Comme nous l'avons vu, l'effort de traction à la jante, calculé d'après les formules que nous avons indiquées, est purement théorique ; il suppose une vitesse faible et ne peut être réalisé que si l'adhérence et la vaporisation le permettent. Il ne peut qu'être utilisé que pour comparer des moteurs de types différents et donner une idée relative de la puissance de traction dont ces moteurs sont capables.

L'adhérence, au contraire, indique plus exactement l'effort dont un moteur est capable, spécialement un moteur à marchandises. Encore faut-il que la limite que permet la vaporisation ne soit pas dépassée, et celle-ci n'intervient qu'à mesure qu'on veut augmenter la vitesse.

24. Application à la locomotive type 38. Pour nous rendre compte de l'influence relative de ces éléments, adhérence et vaporisation, aux différentes vitesses, et ainsi pouvoir choisir le régime de marche le plus avantageux, nous allons étudier les variations de l'effort de traction d'une de nos locomotives les plus intéressantes : la locomotive type 38.

Ces variations sont représentées dans le diagramme (fig. 13) où l'on a pris comme unités les vitesses suivant l'horizontale

et les efforts de traction suivant la verticale; ce diagramme a été établi par le calcul, mais on peut le vérifier par les essais pratiques. Nous y relevons deux lignes principales:

1) La ligne b b', limite des efforts (E) à la jante imposée par la vaporisation.

2) La ligne a a', limite donnée par l'adhérence. C'est une horizontale à la hauteur $0,18 P_a = 0,18 \times 75.200 \text{ kg} = 13.536 \text{ kg}$.

- Le point d'intersection c des lignes a a' et b b' correspond à la "vitesse critique", de la locomotive ou vitesse-limite jusqu'à laquelle l'adhérence de la locomotive est utilisée entièrement.

- Pour obtenir les efforts (E') au crochet de traction, il suffit de soustraire des efforts E à la jante, les résistances propres de la locomotive et du tender. A cette fin on peut faire usage des formules de résistance donnant par tonne de locomotive et de tender la résistance propre (r) aux différentes vitesses, et ensuite multiplier celle-ci par le tonnage donné du moteur et de son tender.

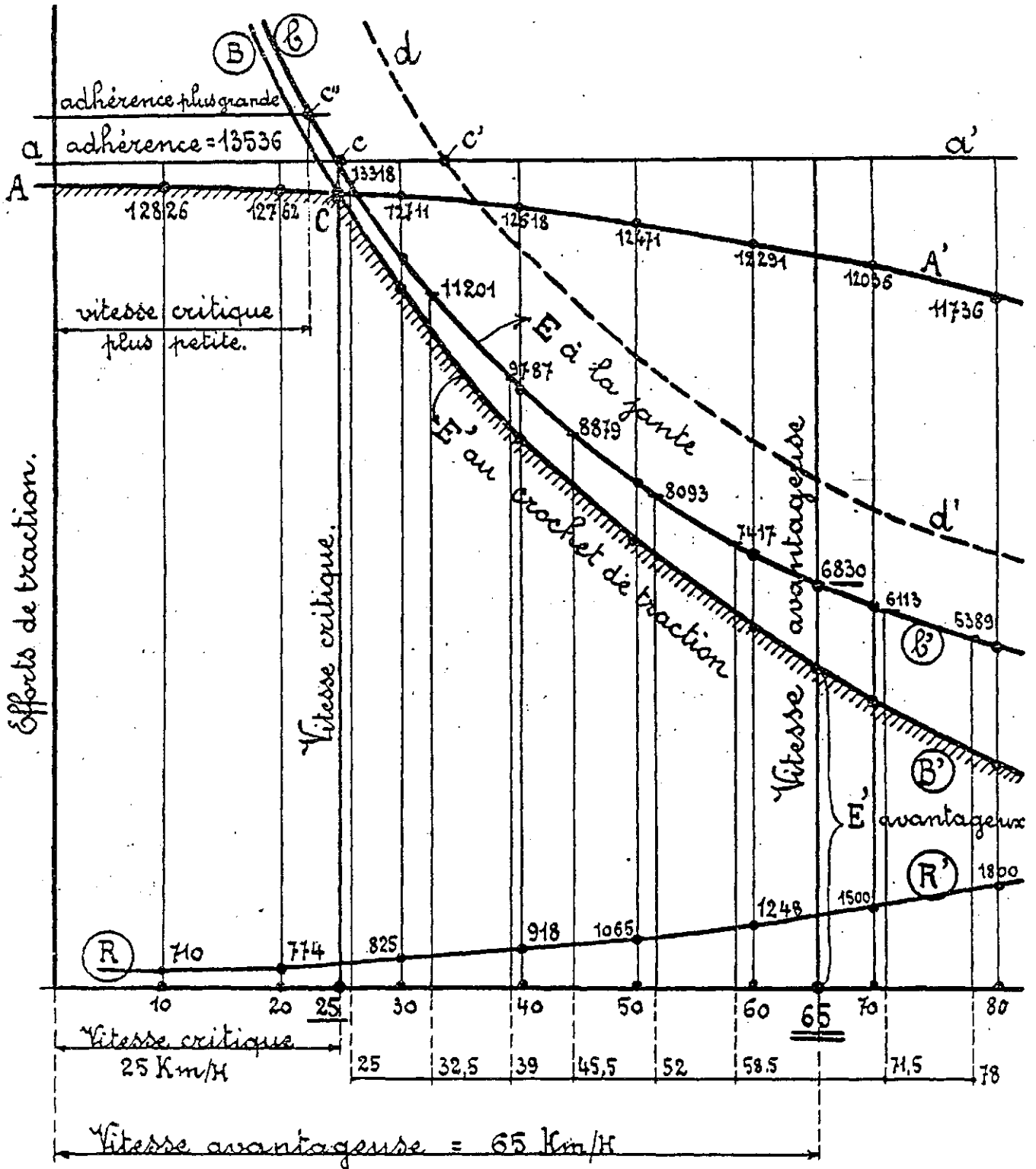
Mais il est préférable de se servir, si possible, du diagramme (R R') des résistances propres afférentes à la locomotive et à son tender, relevées au wagon-dynamomètre. On constate assez souvent, en effet, que les formules donnent des valeurs trop faibles.

Après soustraction de ces résistances, on trace ainsi, finalement, les courbes AA' et BB' donnant les efforts de traction (E') au crochet, respectivement limités par l'adhérence et par la puissance de vaporisation de la chaudière. Le point d'intersection C de ces 2 courbes doit également correspondre à la vitesse critique.

De l'examen de ce diagramme, nous pouvons tirer les conclusions suivantes:

1) L'effort de traction pratiquement le plus élevé, étant limité par l'adhérence, sera donc celui qui déterminera la charge maxima admissible sur la rampe la plus forte de la ligne.

Diagramme montrant la loi de variation des efforts de traction en fonction de la vitesse.



- Fig. 13 -

2) La vitesse "critique" étant la vitesse au delà de laquelle l'adhérence n'est plus complètement utilisée, il en résulte que cette vitesse doit être sensiblement celle des locomotives à marchandises roulant à charge maximum en développant leur effort de traction maximum compatible avec l'adhérence. Bien entendu, rien n'empêche la locomotive de rouler à une vitesse inférieure à sa vitesse critique: l'horaire sera plus large et selon les conditions une certaine économie de combustible pourra même résulter de cet élargissement d'horaire. Mais au point de vue capacité de remorque, c'est-à-dire au point de vue de la charge admissible, on ne gagne rien à rouler à une vitesse inférieure à la vitesse critique car, ainsi que le montre le diagramme, l'effort de traction limité par l'adhérence ne varie pratiquement pas aux vitesses inférieures à la vitesse critique.

3) Dès que la locomotive dépasse la vitesse critique, l'effort de traction fourni par les pistons tombe au-dessous de l'adhérence. Celle-ci n'est donc plus complètement utilisée et la charge admissible doit être diminuée en conséquence. Il convient donc bien de s'en tenir à la vitesse critique si l'on veut remorquer le maximum de charge.

4) On peut observer que si l'on pouvait augmenter la puissance de vaporisation de la chaudière par un moyen quelconque (meilleur combustible, réchauffage de l'eau, etc) de façon à obtenir une courbe telle que $d-d'$ (fig. 13) représentative de la loi de variation des efforts de traction limités par la vaporisation, la capacité de remorque de la locomotive se trouverait augmentée ainsi que la vitesse critique, le point C étant reporté en C'.

5) Réciproquement, si, à égalité de puissance de vaporisation (même courbe $b-b'$), on pouvait augmenter l'adhérence, on diminuerait la vitesse critique, le point C étant reporté en C" tout en augmentant l'effort de traction maximum compatible avec l'adhérence.

Remarque. Ce calcul démontre qu'il existe une vitesse, dite vitesse la plus avantageuse, pour laquelle une locomotive développe la puissance la plus élevée avec une dépense de vapeur la plus faible. Cette vitesse est de 65 km. à l'heure pour la locomotive type 38. C'est celle qu'il y a intérêt à adopter théoriquement avec la locomotive type 38 aux trains de voyageurs, mais il va de soi que pour les trains de marchandises il y a intérêt à tractionner les charges les plus lourdes au prix d'une consommation de vapeur plus grande.

2.5. Evaluation des charges-limites. - Tableau des charges limites. Le diagramme ACB' des efforts de traction (E') effectifs au crochet (fig. 13) se rapporte à la remorque en palier et en alignement droit. Si la locomotive remorque un train sur une section en rampe, il faut retrancher des efforts effectifs (E') au crochet et en palier, la résistance additionnelle de la locomotive et de son tender due à l'action de la pesanteur, c'est-à-dire $i(L+T)$ kg.

Dans cette expression i représente la rampe en m/m. par mètre, L le poids de la locomotive et T celui du tender, ces deux poids étant exprimés en tonnes.

On peut alors créer un tableau à double entrée donnant, pour chaque vitesse, et en regard de chacune des valeurs de i (prises par exemple de 2 en 2 m/m), la valeur correspondante de $E' - i(L+T)$, c'est-à-dire la valeur de l'effort de traction net au crochet que la locomotive peut fournir sur chaque rampe et à chaque vitesse. Exemple :

Tableau des efforts de traction nets au crochet.

Valeurs de i m/m par m.	$V = 10$ Km/h.	$V = 20$ Km/h.	$V = 30$ Km/h.	$V = 40$ Km/h.	etc
Palier	E'_{10}	E'_{20}	E'_{30}	E'_{40}	
2 m/m.	$E'_{10} - 2P$	$E'_{20} - 2P$	$E'_{30} - 2P$	$E'_{40} - 2P$	
4 m/m.	$E'_{10} - 4P$	$E'_{20} - 4P$	$E'_{30} - 4P$	$E'_{40} - 4P$	
6 m/m.	$E'_{10} - 6P$	$E'_{20} - 6P$	$E'_{30} - 6P$	$E'_{40} - 6P$	

Dans ce tableau $P = L + I$ et E'_{10} , E'_{20} , etc. sont les différents efforts effectifs E' aux vitesses de 10, 20, etc. km/h.

Il ne reste plus qu'à évaluer dès lors la résistance de la rame aux différentes vitesses et sur les diverses inclinaisons de voie.

À défaut de renseignements fournis par le wagon-dynamomètre, on peut adopter l'une ou l'autre parmi les formules donnant la résistance des rames. Nous donnons ci-dessous une des formules de la Compagnie du Nord Français, qui semble donner des résultats assez approchantes pour les trains de marchandises:

$$r \text{ kg par tonne, en palier} = 1,6 + 0,023V + 0,00646V^2$$

Le tableau ci-dessous groupe les différentes valeurs de r que fournit cette formule aux différentes vitesses:

V en km/h.	10	20	30	40	50	60	70	80
r en kg/tonne	1,88	2,24	2,70	3,25	3,90	4,64	5,46	6,38

En rampe de i m/m. par mètre ces résistances par tonne sont à majorer de 1 kg. par m/m. de rampe, soit donc de i kg.

On dresse alors un tableau analogue au tableau des efforts de traction nets, à savoir le tableau des résistances de la rame par tonne de charge. Exemple:

Tableau des résistances de la rame.
(en kg. par tonne)

Valeurs de i m/m par m.	V = 10 km/h.	V = 20 km/h.	V = 30 km/h.	etc.
Calier	1,88	2,24	2,70	
2 m/m.	$1,88 + 2 = 3,88$	$2,24 + 2 = 4,24$	$2,70 + 2 = 4,70$	
4 m/m.	$1,88 + 4 = 5,88$	$2,24 + 4 = 6,24$	$2,70 + 4 = 6,70$	
6 m/m.	$1,88 + 6 = 7,88$	$2,24 + 6 = 8,24$	$2,70 + 6 = 8,70$	
etc....				

En divisant alors les efforts de traction nets ($E' - Pi$) respectivement par les résistances par tonne de rame ($r + i$) correspondant aux mêmes vitesses et mêmes inclinaisons de voie, on obtiendra finalement les charges admissibles en tonnes.

A cette fin, on dressera le tableau ci-dessous, résultant de la division, case par case, des chiffres obtenus dans chacun des 2 tableaux précédents. Exemple:

Tableau des valeurs $\frac{E' - Pi}{r + i} =$ charges admissibles.

Valeur de i m/m par m.	$V = 10$ km/h.	$V = 20$ km/h.	etc.
Calier	$\frac{E'_{10}}{1,88}$	$\frac{E'_{20}}{2,24}$	etc.
$i = 2$ m/m.	$\frac{E'_{10} - 2P}{3,88}$	$\frac{E'_{20} - 2P}{4,24}$	etc.
$i = 4$ m/m.	$\frac{E'_{10} - 4P}{5,88}$	$\frac{E'_{20} - 4P}{6,24}$	etc.
$i = 6$ m/m.	$\frac{E'_{10} - 6P}{7,88}$	$\frac{E'_{20} - 6P}{8,24}$	etc.
etc.	etc.	etc.	etc.

Les charges ainsi obtenues sont alors consignées dans un tableau définitif dit "tableau des charges", du modèle ci-dessous:

<u>Tableau des charges.</u>						
Locomotive type-----						
Vitesse critique (V_c)=-----						
Vitesse avantageuse (V_a)=-----						
Rampes	Vitesse en km/h.					
i mm. par m.	20	30	40	50	etc	
0	—	—	—	—	—	
2	—	—	—	—	—	
4	—	—	—	—	—	
6	—	—	—	—	—	
etc	—	—	—	—	—	

En appliquant cette méthode au cas de la locomotive type 38 pour laquelle les efforts de traction effectifs (E') au crochet et en palier sont donnés par le diagramme fig. 13 on obtient le tableau ci-contre des charges réduites en unités de 5,5 tonnes (page 116).

On peut également mettre ces résultats sous forme d'un graphique, et on obtient alors les diagrammes fig. 14 dans les quels les vitesses sont portées en abscisses et les charges en ordonnées. Il y a autant de courbes qu'on se donne de rampes. Chaque courbe représente les différentes valeurs de la charge admissible aux différentes vitesses sur une rampe déterminée.

On peut enfin tirer de ces graphiques les vitesses réalisables avec une charge donnée sur les différentes rampes que comporte la ligne. Il suffit, à cet effet, (voir fig. 14) de repérer sur l'ordonnée de la vitesse critique, la charge donnée (par exemple la charge admissible sur la rampe la plus forte de la ligne) et de mener une horizontale par ce point. Les abscisses des points d'intersection de cette horizontale avec chacune des courbes des charges, représentent, pour la charge maxima admise, les vitesses réalisables respectivement sur chacune des rampes $i = 2, i = 4, i = 6$ m/m, etc.....

Ainsi, en appliquant ce procédé au cas de la locomotive type 38 (fig. 14), et en supposant qu'il s'agisse de la ligne du Luxembourg (i maximum = 16 m/m. par m.) nous voyons qu'avec une charge maxima de 92 unités (charge admissible à la vitesse critique sur la rampe de 16 m/m), on peut réaliser les vitesses suivantes:

25 km.	(vitesse critique)	sur les rampes maxima de la ligne (16 m/m)
33 km/hr.	-----	sur les rampes de 14 m/m.
38	-----	" " 12 "
48	-----	" " 10 "
56	-----	" " 8 "
64	-----	" " 6 "

Tableau des charges (en unités).

Locomotive type 38

Vitesse en km/heure.

Lampes à 1/2 h par mètre	Vitesse en km/heure.							
	Vitesse nominale 25	30	40	50	60	Vitesse avantagée 65	70	80
0	+	+	+	+	258	205	164	103
2	+	+	+	242	169	138	113	72
4	316	300	233	171	122	102	84	53
6	234	222	175	129	93	78	64	42
8	184	175	138	104	75	62	51	33
10	149	142	113	84	60	51	42	17
12	124	118	93	68	49	41	34	13
14	106	101	78	58	42	35	27	9
16	92	87	67	51	35	29	22	6
18	80	76	59	44	30	24	18	4
20	70	67	51	37	26	20	15	-
22	62	59	45	33	22	16	12	-
24	55	52	40	28	18	13	9	-
26	49	47	35	25	15	11	7	-
28	44	42	31	22	13	9	5	-
30	40	38	28	20	11	7	3	-

Diagrammes des charges-limites. Locomotive type 38.

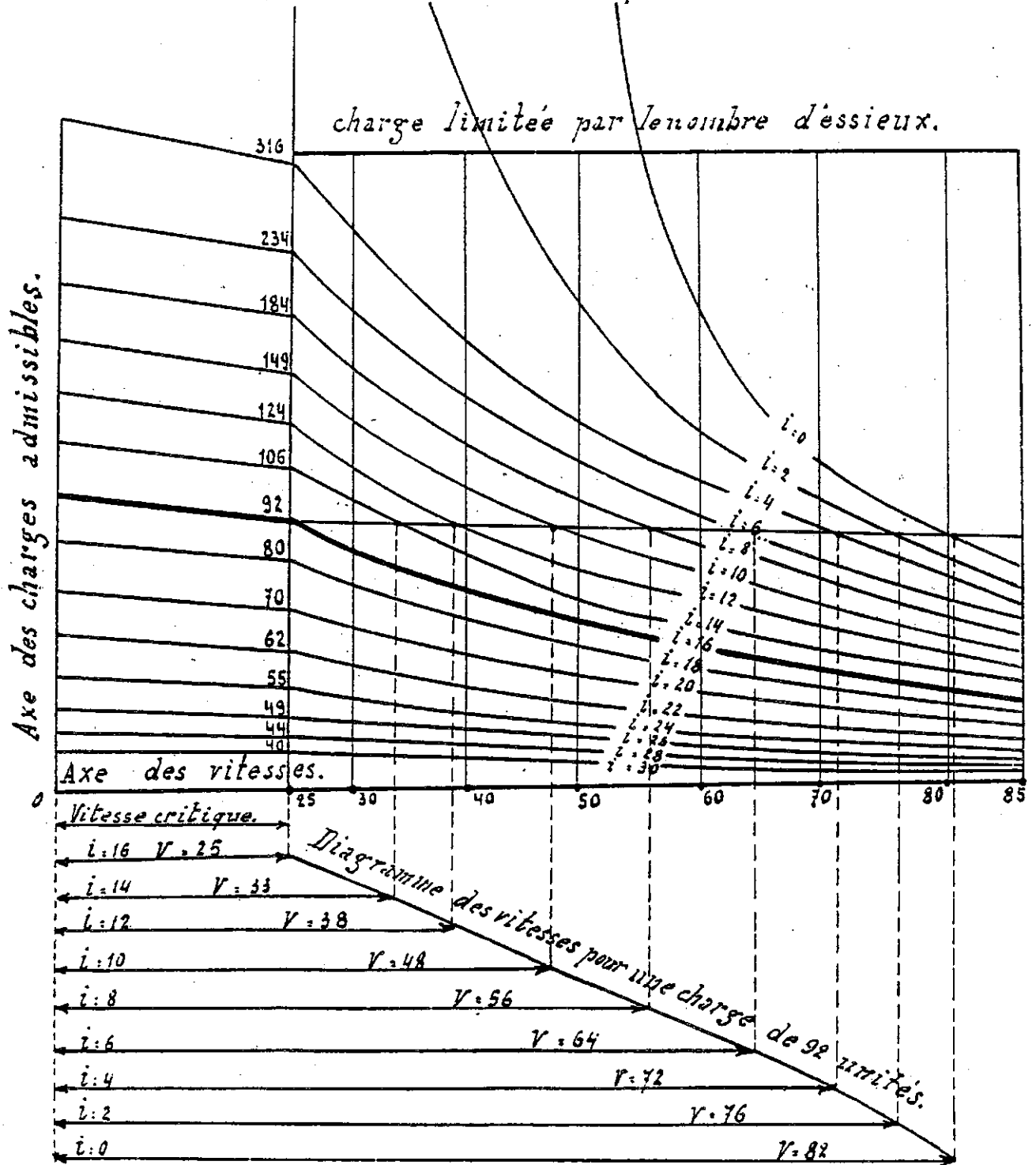


Fig. 14

72 km/h (vitesse critique) sur les rampes de 4 m/m.

76 " " " 2 "

81 " " " en palier.

A noter que ces vitesses doivent pratiquement être diminuées de 20%.

On devrait établir, par type de machine, un tableau de charge du modèle précité. Mais on peut, en partant du tableau relatif à la locomotive type 38, établir le tableau des charges des autres types de locomotives à marchandises au moyen du rapport des poids adhérents.

Pour passer à la locomotive type 36 par exemple, il suffira de multiplier les données du tableau annexé par le rapport $= \frac{37,8}{75,2}$ des poids adhérents.

Si l'on veut plus de précision, il est utile d'établir un tableau pour un type de locomotive par catégorie ayant les caractéristiques essentielles communes. Ainsi, on pourra créer quatre catégories :

Locomotives - types	Caractéristiques essentielles	Locomotives de même catégorie
Locomotives type 36	5 essieux moteurs 4 cylindres égaux, à surchauffe.	G 12.
" " " 38	4 essieux moteurs 2 cylindres égaux, à surchauffe.	37 - G 8 - G 8 ¹ - G 9 - G 10.
" " " 32 ^a	3 essieux moteurs 2 cylindres, à surchauffe.	35 ^a - G 7 ² - 40.
" " " 32	3 essieux moteurs 2 cylindres, sans surchauffe.	25 - 29.

26. Détermination de l'horaire. On peut, d'après ce qui précède, une charge étant donnée, et moyennant la connaissance des diagrammes donnant pour chaque charge la vitesse correspondante sur chaque rampe, déterminer a priori les variations de vitesse, et, par suite, l'horaire pour une ligne donnée. Ainsi, pour fixer les idées, supposons que la charge maximum admissible, limitée par la rampe maximum de la

ligne, soit W.

Si le profil de la ligne comprend des sections avec $i = 0$, $i = 2$, $i = 4$ etc. pour lesquelles le tableau ou le diagramme des charges donne des vitesses V_0, V_2, V_4 , etc... correspondantes à la charge W, on peut alors, sans difficultés, dresser le tableau-horaire comme suit :

Exemple :

Tableau-horaire
pour une charge W

Ligne de ----- Locomotive type ----- vitesse critique = ----- Inclinaison prédominante $i = 4$ m/m. Charge maxima pour cette inclinaison = <u>W</u> à la vitesse critique.					
Sections	i m/m	V km/h. données par les diagrammes	Distances en km.	Horaire en minutes.	
A - B	$i = 2$	V_2	L_1	$\frac{L_1 \times 60}{V_2}$	$= t_1$
B - C	$i = 0$	V_0	L_2	$\frac{L_2 \times 60}{V_0}$	$= t_2$
C - D	$i = 4$	V_4	L_3	$\frac{L_3 \times 60}{V_4}$	$= t_3$

Mais l'horaire ainsi établi a besoin d'être contrôlé par l'expérience ainsi qu'il a été indiqué au chapitre I. Cet horaire constitue alors un guide et un contrôle pour les essais pratiques qui permettent d'arrêter l'horaire définitif. Il faut bien remarquer en effet que l'on ne peut dans un calcul déceler les petites particularités de la ligne qui influent plus ou moins sur l'adhérence : tunnel humide favorable au pistonnement, rampe très longue, etc.. On fera du reste intervenir, ainsi que nous allons le montrer, une condition nouvelle qui justifie les essais pratiques répétés, à savoir la recherche du prix de revient minimum de la tonne-kilomètre.

27. Règles à suivre pour la détermination des charges remorquées sur une ligne donnée. Nous sommes à même actuellement, étant donnée une ligne et le poids adhérent de la locomotive, de déterminer les différents régimes

de vitesses que l'on peut admettre et les charges correspondantes, et par conséquent de fixer l'horaire correspondant à chaque régime de charge.

Et tout d'abord, qu'appelle-t-on donner une ligne? Il ressort de la lecture des diagrammes donnant les charges en fonction de la vitesse et de la rampe:

- a) que, relativement à une même locomotive, pour un profil donné, la vitesse diminue quand la charge augmente.
- b) que, au fur et à mesure que la rampe augmente, la charge ou la vitesse diminue si les autres éléments restent constants.

En conséquence, l'étude du profil est prépondérante. Connaître

une ligne c'est en connaître le profil, c'est-à-dire connaître les pentes et les rampes, la longueur de celles-ci et leur ordre de succession. C'est en outre connaître les courbes, leur emplacement et leur succession.

La fig. 15 donne un exemple de représentation d'un bout de ligne au point de vue du profil.

Bascoup - Chapelle à Brazeguiès.

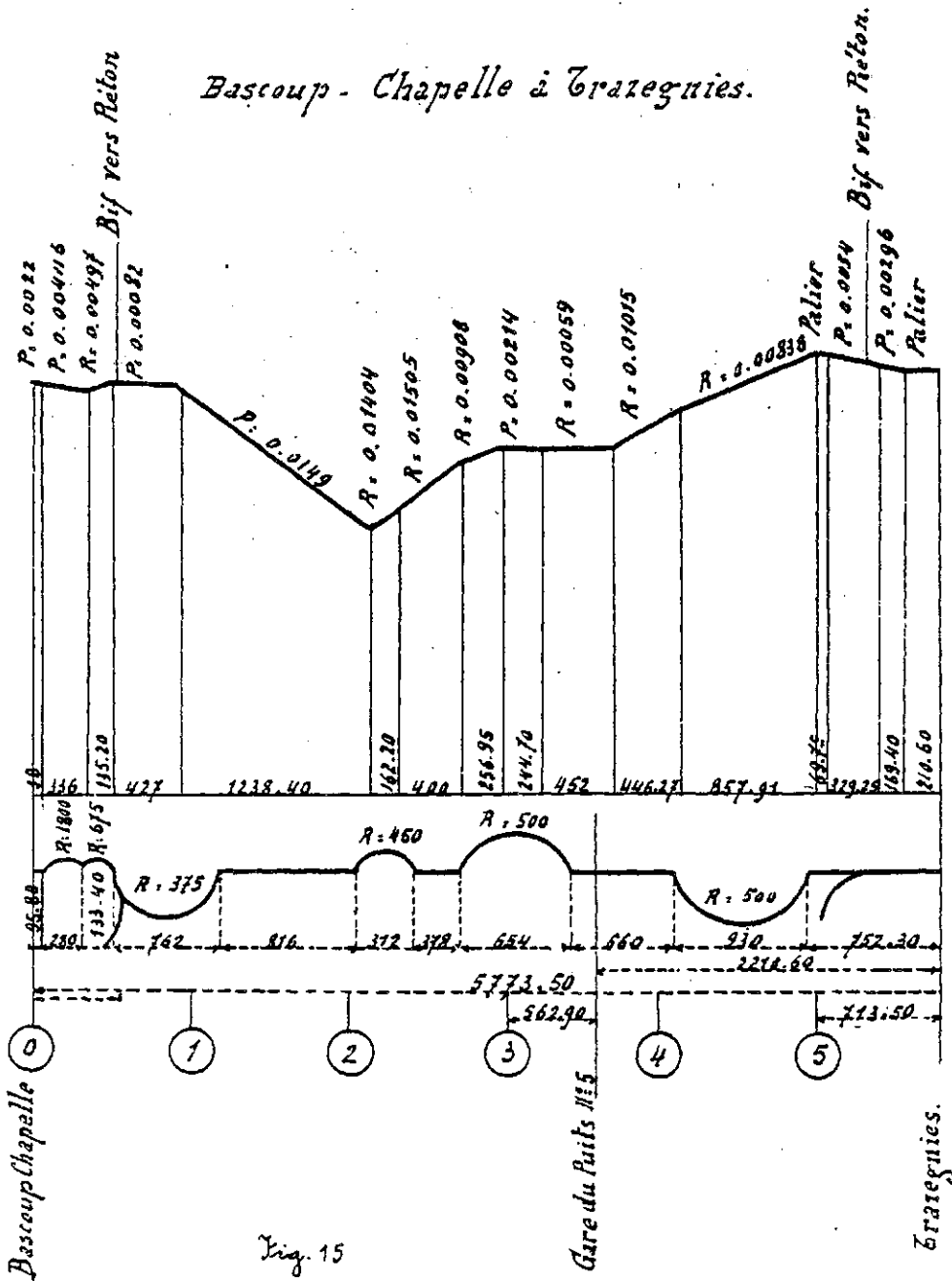


Fig. 15

Les courbes ont d'ailleurs peu d'influence relativement à l'inclinaison des pentes et des rampes. C'est pourquoi il y a avantage pour la simplicité à transformer les courbes en rampes correspondantes donnant la même résistance. Comme une courbe de rayon de R mètres donne une résistance en kg. par tonne de $750/R$, on dit que cette courbe équivaut à une rampe idéale d'inclinaison $i' = \frac{750}{R}$. L'inclinaison est ainsi, en alignement droit :

$$I = i \pm i'$$

suivant qu'il s'agit d'une rampe ou d'une pente, la courbe donnant toujours lieu à résistance, c'est-à-dire à rampe équivalente.

Enfin pour tout ramener à l'inclinaison, il faut tenir compte de circonstances locales qui augmentent ou diminuent les difficultés de traction et que l'on peut exprimer en kg par tonne ou en m/m. d'inclinaison par un terme K à déterminer par comparaison avec des rampes donnant un résultat équivalent; ainsi, si une rampe de 15 m/m. donne, par suite de circonstances spéciales, les mêmes résultats qu'une rampe de 16 m/m, on ajoutera un terme correctif $K = 1$ m/m. En général donc, l'inclinaison idéale $I = i \pm i' \pm K$ remplacera l'inclinaison réelle. C'est cette inclinaison idéale I que nous prendrons comme base dans l'évaluation des charges remorquées.

Une ligne déterminée comprend une série d'inclinaisons en rampe dans chaque sens de marche. Parmi ces inclinaisons il en est une qui détermine la charge et à laquelle on donne le nom de rampe prédominante.

Normalement c'est la rampe la plus forte qui doit constituer la rampe prédominante, mais il n'en est pas nécessairement toujours ainsi. Si, par exemple, la rampe théoriquement la plus forte est de peu de longueur, il pourra se faire qu'on puisse la franchir avec élan en adoptant la charge plus élevée qui correspond à une rampe d'inclinaison inférieure constituant alors la rampe prédominante. Il pourra en être

ainsi si la rampe en question est précédée d'une pente (cuvette), ou d'un palier permettant de prendre un élan suffisant sans dépasser les limites permises par la sécurité. En bien, il y aura intérêt à adopter une vitesse réduite, inférieure à la vitesse critique, la dépense due à l'allongement de l'horaire et à un travail momentané peu économique de la locomotive, étant compensée par l'enlèvement d'une plus forte charge sur le restant de la ligne.

La rampe la plus forte étant éliminée, il en viendra une immédiatement inférieure qui constituera soit la rampe prédominante, soit encore une rampe que l'on aura intérêt à éliminer pour les mêmes raisons, et ainsi de suite.

En fin de compte, on arrivera donc à fixer la rampe prédominante caractérisant la ligne, cette rampe n'étant évidemment pas nécessairement la même pour chaque sens de marche. Pour prendre le cas extrême on aura une inclinaison prédominante à la montée d'une rampe continue et, à la descente, la charge sera fixée simplement par les conditions de démarrage en palier et de freinage à la descente.

Sur une même ligne, la rampe peut varier dans de grandes proportions. Dans ce cas, la rampe prédominante entraîne l'adoption d'une charge bien inférieure à ce qu'on peut tractionner sur le restant de la ligne. Il y a alors intérêt à diviser la ligne en sections de charge comprenant des parties à rampes d'inclinaisons très voisines donnant une rampe prédominante très avantageuse au point de vue de l'utilisation des trains. Il va de soi que ces sections doivent avoir leurs tenants et aboutissants dans des stations où il est possible de modifier la charge des trains, sinon il n'y aurait aucun intérêt à adopter des régimes de charge différents. Si il s'agissait de trains à voyageurs, il n'y aurait même aucun intérêt à limiter ces sections en dehors des gares importantes, là où l'on peut pratiquement changer la charge des trains soit par

l'adjonction ou le retrait de navettes, soit en y interrompant le roulement des rames.

Donc pour les trains de marchandises, on divisera la ligne en sections de charge. Si, comme c'est le cas pour les trains directs, on doit traverser toute la ligne sans rompre charge, ou bien on roulera en sous-charge sur les sections à rampe prédominante inférieure, ou bien on adoptera comme charge maximum de la ligne la charge correspondant à l'une de celle-ci en instaurant un service d'allège sur les sections plus difficiles. Tout dépend de la longueur des sections et de l'avantage économique du service d'allège. On adoptera la solution la plus compatible avec les possibilités et l'intérêt de l'exploitation. En tous cas chaque section aura son inclinaison prédominante propre, et pour l'ensemble c'est l'inclinaison la plus forte qui sera l'inclinaison générale de la ligne.

Nous avons vu d'autre part que, pour un même type de locomotive et pour une même inclinaison, l'on peut adopter différentes vitesses de marche, la charge correspondante diminuant à mesure que la vitesse augmente. C'est évidemment la vitesse la plus faible, la vitesse "critique", qui sera adoptée sur la partie qui donne la rampe prédominante, vu que nous avons intérêt à emporter la plus forte charge pour les trains de marchandises, étant entendu que les charges adoptées sont telles qu'elles ne surmènent pas le moteur. Pour les rampes inférieures sur la même section, la vitesse sera plus grande puisqu'on roulera en sous-charge; le diagramme fig. 14 permet de se rendre compte des différentes vitesses que l'on aura aux différentes inclinaisons inférieures à 16 m/m. pour une locomotive type 38 emportant une charge de 92 unités sur la partie à inclinaison prédominante de 16 m/m. Il va de soi que la vitesse adoptée ainsi ne dépassera pas la vitesse maximum de la ligne imposée par la sécurité (45 km. maximum sur nos lignes) ni les vitesses infé-

rieuses correspondant à des ralentissements locaux imposés par la voie, ni la vitesse imposée par les nécessités du freinage.

En surplus, nous avons dit plus haut qu'en tous cas le régime en sous-charge doit être le plus économique; ce régime le plus économique ne peut être fixé que par des essais pratiques répétés, où l'on détermine en conclusion le prix de revient minimum de la tonne-kilomètre, en envisageant toutes les dépenses d'exploitation. On verra ainsi qu'il peut y avoir intérêt à accélérer la marche à certains endroits plus que ne le justifie le tableau des charges-type. Pour ces recherches pratiques, on adoptera le modèle de tableau ci-dessous :

Dates des essais	N° des trains.	Nombre de tonnes-kilomètres.	Consommation de combustible			Consommation d'huiles			Dépenses en personnel					Total des frais d'exploitation	Prix par tonne-kilomètre	Observations	
			Demi-gramme à pl. la tonne	Proportions à pl. la tonne-kilom.	Coût de revient en valeur fr.	Montant	Cylindres	Total en valeur fr.	Machinistes et chauffeurs à 5 fr.		Sous.-frais à 7.175		Chefs-gares à pl. 30				
									Nombre d'heures de service	Salaires	Nombre d'heures de service	Salaires	Nombre d'heures de service				Salaires

Il faut tenir compte aussi de l'emplacement des signaux d'arrêt; le démarrage au pied de ceux-ci peut être spécialement laborieux lorsque le train se trouve arrêté en rampe et en courbe. Il se peut ainsi qu'une rampe courte ou suivant une anquette ne puisse être éliminée à cause du démarrage.

Enfin, il convient de remarquer que les tableaux des charges calculés comme dit précédemment sont purement théoriques. Ils ne doivent pas nécessairement être ceux adoptés dans la pratique, mais ils doivent servir de guide au praticien qui ne pourra s'en écarter notablement sans rechercher la cause de ces écarts. Les nécessités de l'exploitation des chemins de fer, les conditions du problème sont tellement variées qu'il serait absurde de donner dans ce domaine des règles rigides. Dans cet ordre d'idées, il

conviendra de se tenir à 20% au-dessous des vitesses indiquées. Il faut en effet faire la part aux imprévus, aux difficultés atmosphériques momentanées, aux défaillances accidentelles des moteurs, bref à ce qui constitue l'essence même de l'imprévisible, de façon à être toujours à même de respecter les horaires, en disposant d'un supplément de puissance, qui, à certains moments, peut d'ailleurs servir à tractionner un surcroît de charge.

28. Régime actuel à l'État Belge. A. Classement des locomotives au point de vue de leur puissance.

Les locomotives sont classées en plusieurs catégories selon leur puissance. Chaque catégorie est désignée par une lettre caractéristique, comme l'indique le tableau ci-dessous:

Lettre de catégorie.	Types de locomotives belges	Types de locomotives allemandes
A	22	T 13
B	29 - 52	T 9 ³ (marchandises).
C	28	T 9 ³ (voyageurs)
D	2	
F	25 - 30	G 5 ⁴
G	32	
H	15	
K	15 ^o - 17 - 12 ^{bis}	T 12
L	18	
M	18 ^o - 18 ^{bis} atlantique	S 6 - S 9
N	25 ^{bis} - 32 ^o - 35 - 40 (march.)	G 7 ¹ - G 7 ² - G 7 ³
O	8 - 35 ^o - 40 (voyag.)	
P	9 - 13	P 8
R	23 - 39	G 8 - G 9 - T 14
S	36	G 12
T	10	
V		G 8 ¹ - G 10 - T 16
W	33 - 37 - 38	
X		S 10 - S 10 ¹ - S 10 ²
Z	8 ^{bis}	

B) Charges maxima (en unités) des trains de voyageurs. Les chiffres inscrits dans la 1^{ère} colonne des tableaux-horaires des trains de voyageurs indiquent, pour chaque section de ligne, la charge en unités qui peut être remorquée par les locomotives de la catégorie K. Ces charges ont été établies à la suite d'essais pratiques.

Lorsqu'il s'agit de locomotives d'une autre catégorie, il suffit, pour déterminer la charge maximum correspondante, de prendre dans le tableau ad hoc, du modèle ci-dessous, et dans la colonne qui porte en tête la lettre de catégorie de la machine envisagée, le chiffre correspondant, sur la même ligne horizontale du dit tableau.

Tableau des charges maxima des trains de voyageurs (en unités).													
Catégories de locomotives	C	D	$\frac{F}{G}$	H	K	L	M	N	O	P	T	X	Z
Types de locomotives	$\frac{28}{T9^3}$	$\frac{2}{4}$	$\frac{30}{32}$	$\frac{12}{15}$	$\frac{12^0}{15^0}$ 17	18	$\frac{18^0}{18^0}$ all 56-59	$\frac{32}{32^0}$	$\frac{8}{35^0}$ 40	$\frac{9-13}{P8}$	10	510	8 ⁶⁰⁰
Charges	17	14	26	17	20	24	26	28	28	29	38	29	34
	18	15	27	18	21	25	27	29	29	30	40	30	35

	62	52	90	66	80	91	97	97	103	103	115	110	115

Exemple : la charge de 21 unités (machine K) correspondra pour une machine P à une charge de 30 unités.

C) Charges maxima (en unités) des trains de marchandises. Les locomotives à marchandises sont classées en 10 catégories suivant leur puissance. Ce sont les catégories S, W, V, R, N, G, F, B et C.

Les chiffres inscrits dans la 1^{ère} colonne des tableaux-horaires des trains de marchandises indiquent, pour chaque section de ligne, la charge en unités qui peut être remorquée par les locomotives de la catégorie G (locomotives à 3 essieux couplés, avec roues de 1 m, 52 type 32).

Lorsqu'il s'agit de locomotives d'une autre catégorie, il suffit, pour déterminer la charge à leur donner, de prendre dans le tableau ad hoc, du modèle ci-contre et dans la colonne qui porte en tête la lettre de catégorie de la machine envisagée

le chiffre correspondant, sur la même ligne horizontale du dit tableau.

Tableau des charges maxima des trains de marchandises (en unités).

Catégories de locomotives	S	W	V	R	N	G	F	B	C
Types de locomotives	36 G 12v	38	G 8 ¹ G 10 T 16	23 G 8 G 9 - T 14	32 ⁰ 35 G 7 ¹ - 2.3	32	25 30 G 5 ²	29 T 9 ³	28
Charges	76 86 . . . 360	63 71 . . . 300	55 60 . . . 260	44 48 . . . 260	38 44 . . . 180	35 39 . . . 165	33 37 . . . 157	27 30 . . . 138	24 26 . . . 120

Exemple: la charge de 39 unités (machine G) correspondra à une charge de 71 unités pour une machine W.

2.9. Application de la méthode à un exemple.

Supposons qu'il faille déterminer le régime des charges de la locomotive type 38 sur la section de la ligne Ottignies - Fleurus dont le profil est représenté fig. 16. L'examen du profil de la ligne envisagée dans le sens vers Fleurus, nous permet de conclure à la subdivision en sections de charges suivantes:

Sections de charges	Engueurs	Inclinaisons réelles (en m/m par m.) i	Inclinaisons idéales (en m/m par m.) $I = i \pm i' \pm K$
Ottignies à Court-S ^e -Etienne		Cuvelle { pente de 8 m/m suivie d'une rampe de 7 m/m	—
Court-S ^e -Etienne à La Roche.		6 m/m en courbe de R = 1000 m.	7 m/m.
La Roche à Marbaix		10 m/m en courbe de R = 500 m.	11 m/m.
Marbaix à Fleurus.		5 m/m.	5 m/m

On voit à première vue que la section à rampe prédominante sera celle de La Roche à Marbaix, en son profil de 11 m/m. nettement supérieur aux autres et la grande longueur des rampes correspondantes. La rampe prédominante de la ligne sera donc $i = 11 \text{ mm}$.

Profil de la ligne Ottignies - Simal.

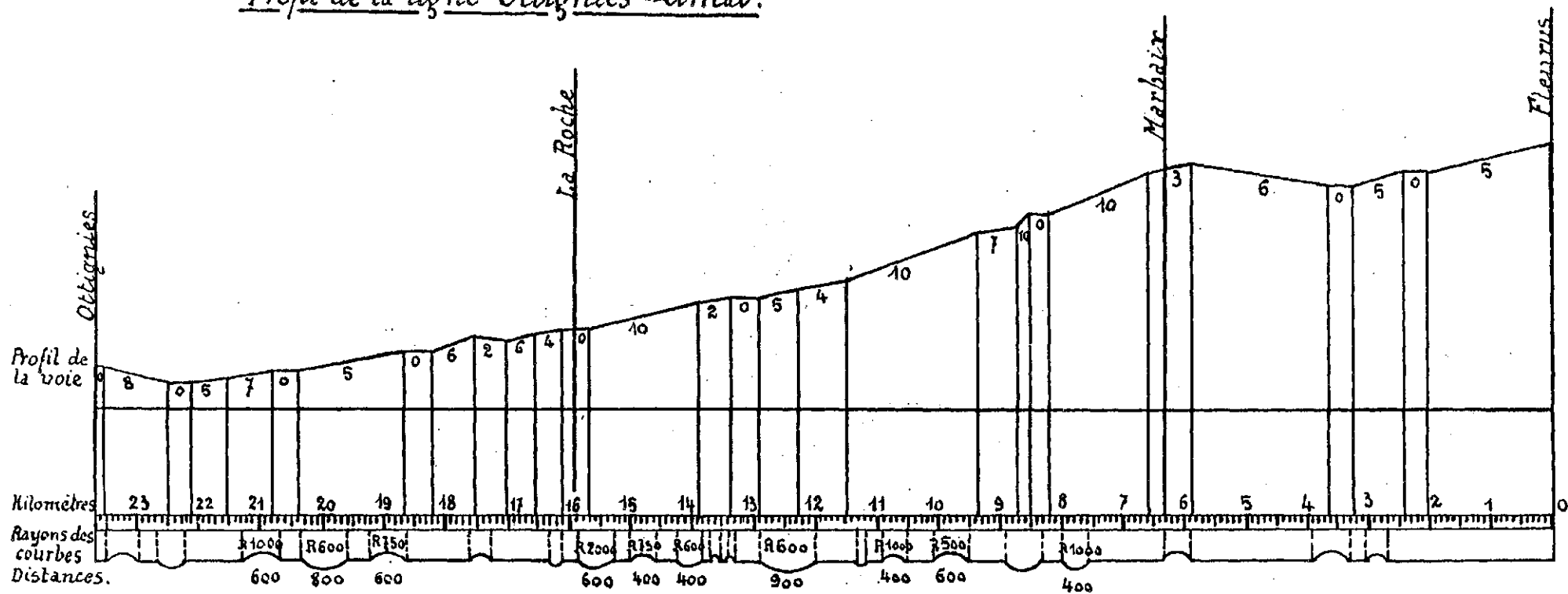


Fig. 16

En cette rampe correspond au tableau (page 116) la charge de 136 unités (1), ainsi que la vitesse de 25 km/h (théorique) qui, réduction faite de 20%, devient 20 km/h. La charge de 136 unités est celle en vigueur et la vitesse de 20 km/h. est également celle admise.

Cette charge de 136 unités sera celle des trains directs; sur les autres sections ces trains rouleraient donc en sous-charge si on admettait la même vitesse. Mais nous avons vu qu'il peut y avoir intérêt à accélérer la marche du train au détriment de la charge en certains endroits de la ligne: ce sera ici notamment le cas sur les rampes de moins de 8 m/m. Cela se justifie par la réduction correspondante du prix de revient de la tonne-kilomètre. Il peut d'ailleurs arriver que, pour les faibles rampes et pour les puissantes locomotives, la charge maximum compatible avec l'adhérence ne puisse être atteinte parce qu'on est limité par le nombre d'essieux (120 essieux; 60 wagons, 220 unités) ou bien parce qu'il s'agit d'une section partielle où il n'y a aucun intérêt à maintenir une charge plus forte que celle admise sur la section de ligne à profil prédominant.

Ainsi, dans le cas qui nous occupe, si, au moyen du tableau des charges admissibles pour la locomotive type 38, nous recherchons pour chaque section la charge correspondante à l'inclinaison et à la vitesse critique (25 km) nous trouvons que:

- 1°) Sur la section Ottignies - Court - St-Etienne, en forme de cuvette, la charge peut, malgré la rampe de 7 m/m, atteindre 251 unités, charge qui a été obtenue à la suite d'essais pratiques effectués avec la locomotive type 32 (machine G). Bien entendu on est limité pratiquement à 220 unités par le nombre d'essieux (120).
- 2°) Sur la section Court - St-Etienne - Laroche (I = 7) le chiffre de 209 unités, trouvé au tableau, ne correspond pas à la charge actuelle. En effet cette charge est calculée pour une vitesse théorique de 25 km/h, laquelle, réduction faite de 20%, ne correspond qu'à une vitesse réelle de 20 km/h, alors que la

(1) La charge de 136 unités s'obtient en prenant la moyenne entre celles qui correspondent à 10 et 12 mm respectivement soit $(149 + 124) : 2$

vitesse réelle adoptée sur la section envisagée est de 28 km/h. La charge de 209 unités ne peut donc pas être adoptée, et il faut rechercher une charge moindre qui corresponde à la vitesse réelle de 28 km/h. donnée.

Cette charge ne sera évidemment pas celle que le tableau des charges fournit à la vitesse de 28 km/h., car à cette charge correspondrait alors une vitesse réelle de 20% inférieure. Il nous faut par conséquent raisonner comme suit: Quelle est la vitesse théorique, qui, diminuée de 20%, correspondra à une vitesse réelle de 28 km/h.

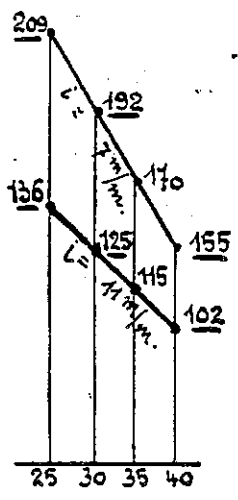
Autrement dit, si V est la vitesse cherchée, nous devons avoir:

$$V - 0,2 V = 28 \text{ km/h.}$$

$$0,8 V = 28$$

ou
d'air

$$V = \frac{28}{0,8} = 35 \text{ km/h.}$$



On trouve alors, au graphique ci-contre, établi au moyen des chiffres du tableau des charges, qu'à la vitesse théorique de 35 km. la charge peut être réduite à 170 unités, qui est la charge actuelle.

3°) Sur la section Marbais - Fleurus (I = 5) la charge de 275 unités, trouvée au tableau, ne peut être prévue en égard

à la limite de 120 essieux imposée pour la composition du train. De ce chef la charge de ce dernier est pratiquement réduite à 220 unités (60 wagons). En consultant le tableau des charges, nous voyons que cette charge, en rampe de 5 m/m, correspond à une vitesse théorique de 30 km/h., soit à une vitesse réelle de $0,8 \times 30 = 24$ km/h., qui est bien celle adoptée sur la section.

Il faut bien remarquer que les vitesses réelles sur lesquelles nous tablons sont celles qui sont en vigueur et qui ont été sanctionnées par la pratique; il convient toutefois de les revoir conformément à la méthode indiquée plus haut, basée sur la recherche du prix de revient minimum de la tonne-kilomètre. En outre, dans ces essais, il conviendrait de faire

une distinction entre les trains directs et les trains desservant les gares intermédiaires. Si l'on adoptait en effet l'horaire qui consient à la charge de 136 unités sur toutes les sections, on aurait un horaire plus serré pour les trains directs que pour les autres trains. Pour ceux-ci on devrait faire des essais avec charges variables sur les diverses sections d'après les indications du profil; on est ainsi amené logiquement à prévoir deux horaires sur les lignes où il existe des trains directs: l'un plus serré pour ceux-ci, l'autre pour les trains de cabotage. Sur la plupart de nos lignes cependant l'horaire adopté est le même pour tous les trains.

Enfin, l'on a parfois intérêt à mettre en marche des trains rapides à charge réduite, pour lesquels on peut prévoir un horaire spécial; ce sont les trains de messageries et de transbordement qui roulent généralement à charge réduite.

30. Assimilation des sections de ligne par inclinaison.

Actuellement, sur notre réseau, les tableaux horaires du service des trains (§ 28) donnent, dans la 1^{ère} colonne, la charge de la locomotive-type (en unités) sur chacune des sections de charge considérées.

À l'avenir ce document donnera, dans la 1^{ère} colonne, non plus la charge maximum autorisée, mais l'inclinaison fictive (ou inclinaison idéale $I = i \pm i \pm k$) qui caractérise chacune des sections (par demi-mfm).

Ainsi, une section désignée par le chiffre 12^a par exemple, est assimilée à une rampe fictive de 12 mfm par m; une section désignée par le chiffre 12^b est assimilée à une rampe de 12,5 mfm par m.

Pour avoir alors la charge correspondante (en tonnes) de la locomotive-type (ou d'une locomotive de catégorie quelconque) il suffira de consulter le Tableau des charges qui sera du modèle représenté par la fig. 17.

La 1^{ère} colonne donnera les inclinaisons fictives depuis - 5 jusqu'à + 28. Dans la 2^e colonne, et en regard de chacune de ces inclinaisons, sera indiquée la vitesse-type (ou vitesse optimale) correspondante. La 3^e colonne mentionnera la charge correspondante pour les machines des diverses catégories. Il existe, en effet, pour chaque inclinaison, une vitesse rationnelle correspondante, laquelle, sur les pentes et sur les faibles rampes est supérieure à la vitesse critique (question de gagner du temps sur les lignes peu accidentées)

Tableau donnant par inclinaison la vitesse type ainsi que la charge correspondante pour les locomotives de la catégorie G.

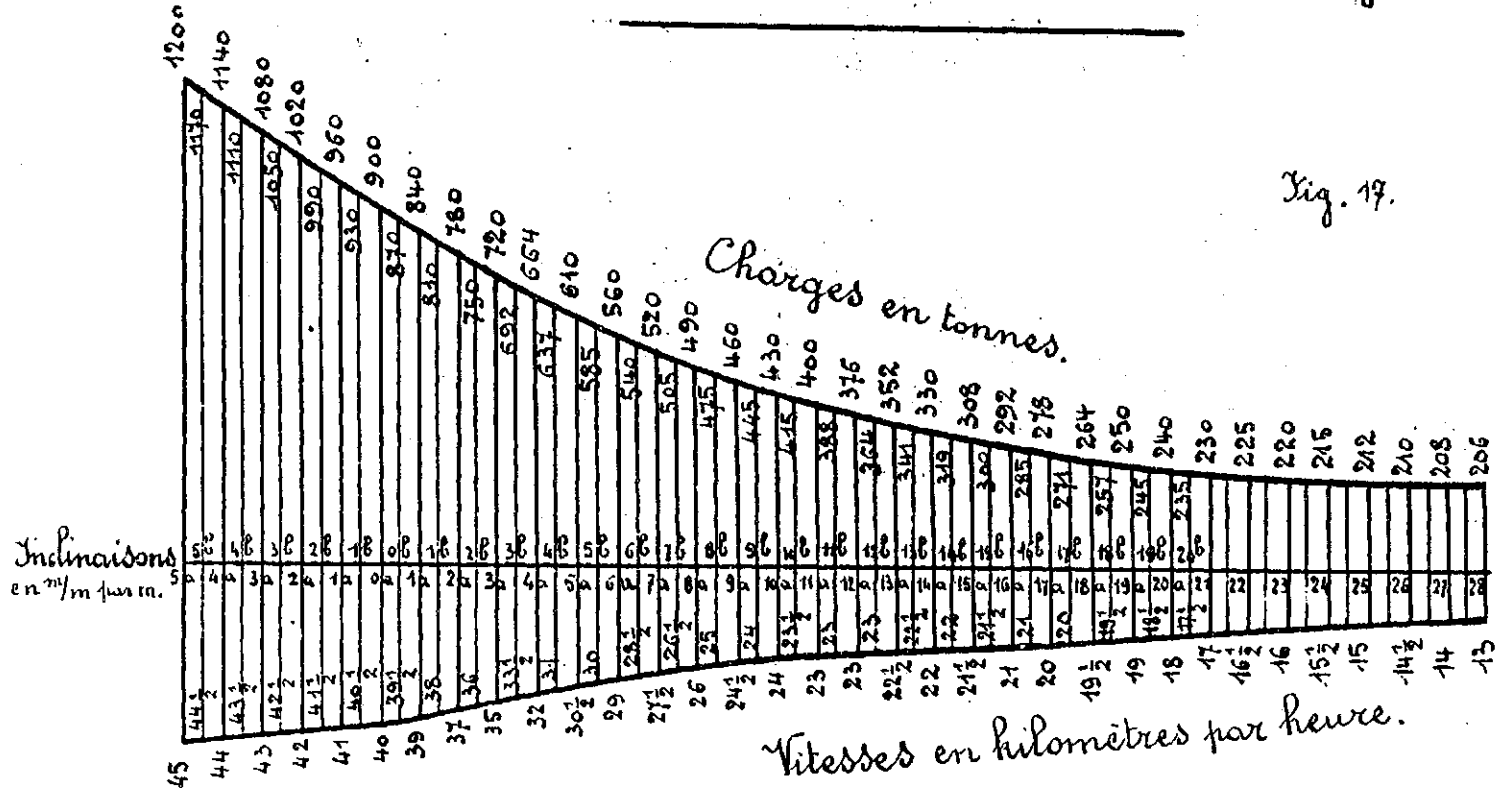


Fig. 17.

inclinaison	vitesses	charges	inclinaison	vitesses	charges
-5a	45	1200	11a	23	400
-5b	44½	1170	11b	23	388
-4a	44	1140	12a	23	376
-4b	43½	1110	12b	23	364
-3a	43	1080	13a	22,5	352
-3b	42½	1050	13b	22,5	341
-2a	42	1020	14a	22	330
-2b	41½	990	14b	22	319
-1a	41	960	15a	21½	308
-1b	40½	930	15b	21½	300
0a	40	900	16a	21	292
0b	39½	870	16b	21	285
1a	39	840	17a	20	278
1b	38	810	17b	20	271
2a	37	780	18a	19½	264
2b	36	750	18b	19½	257
3a	35	720	19a	19	250
3b	34½	692	19b	18½	245
4a	32	664	20a	18	240
4b	31	637	20b	17½	235
5a	30½	610	21	17	230
5b	30	585	22	16½	225
6a	29	560	23	16	220
6b	28½	540	24	15½	215
7a	27½	520	25	15	212
7b	26½	505	26	14½	210
8a	26	490	27	14	208
8b	25	475	28	13	206
9a	24½	460			
9b	24	445			
10a	24	430			
10b	23½	415			

et, inférieure à cette vitesse, sur les fortes rampes (question de ne pas surmener le moteur). Dans ces conditions les deux variables (inclinaison et vitesse) étant fixées une fois pour toutes, la 3^e variable, c'est-à-dire, la charge correspondante, se déduit directement par le calcul et se vérifie par l'expérience.

Le diagramme et le tableau (fig. 17) donnent, pour chaque valeur de l'inclinaison, la vitesse type qui lui convient, ainsi que la charge correspondante pour la locomotive type 32 (machine G) considérée comme locomotive-type pour le service à marchandises; par exemple, sur une section désignée par l'inclinaison fictive 12^o, on admettra une charge de 376 tonnes; réciproquement, toute section de ligne sur laquelle la locomotive type 32 peut remorquer 376 tonnes sera caractérisée par la rampe fictive de 12 mm. par mètre.

Chapitre III. Règles de l'utilisation des locomotives.

31. Effectif. L'ensemble de toutes les locomotives dont on dispose dans une remise constitue l'effectif de cette remise. Celui-ci comprend un certain nombre de types de locomotives différents composant autant d'effectifs partiels. Ainsi, par exemple, l'effectif comprendra 120 locomotives réparties en 5 types différents, à savoir 25 P 8, 18 K. 32, 50 G 8¹, 17 K. 23, 10 K. 51.

L'effectif est établi et composé d'après le nombre et la nature des prestations à fournir journellement.

32. Définition d'une prestation-locomotive. On entend par prestation-locomotive l'ensemble des prestations assurées ou pouvant être assurées successivement par une locomotive dans une journée complète de 0 à 24 heures.

Le service incombant à une remise comprend un nombre déterminé de prestations-locomotive, comportant l'utilisation d'un nombre égal de locomotives. Ces prestations se reproduisent journellement, identiques à elles-mêmes, à part peut-être un certain nombre d'entre elles qui varient d'après les fluctuations du service;

mais une bonne partie de ces prestations - locomotive reste constante, et plus cette partie est importante, plus le service est stable. Dans cet ordre d'idées, le service à voyageurs est plus stable que le service à marchandises.

Ces prestations - locomotive ne sont pas toutes de même nature, et elles exigent par conséquent l'emploi d'un type de machine déterminé. On les groupe en séries de prestations de même espèce.

On distingue d'une façon générale les prestations de route, les prestations de manœuvres de gare et les prestations d'atelier. Ces deux dernières sont des prestations sédentaires. On divise les prestations de route en prestations de voyageurs, de marchandises, mixtes ou de service. Et, comme nous le verrons, on peut pousser la spécialisation plus loin si c'est nécessaire.

Une locomotive affectée à l'exécution d'une prestation est dite en service, et on donne souvent le nom de service à cette prestation.

Il faut pour exécuter les prestations incombant à une remise un nombre de locomotives supérieur au nombre de prestations - locomotive. L'excédent constitue la réserve, dont nous donnerons plus loin le détail.

L'effectif comprend donc deux parties : les locomotives en service dont le nombre est égal au nombre de prestations - locomotive à assurer, et les locomotives en réserve.

33. Description d'une prestation - locomotive de route. Le service des locomotives de route présente deux parties bien distinctes : la remorque des trains et en général les parcours sur la ligne ; c'est la partie utile de leur travail, abstraction faite des parcours à vide ; et les services intermédiaires entre les trains. Parmi ceux-ci on distingue plus spécialement les battements et les intervalles.

Battements. La locomotive partant de son dépôt d'attache ou remise propriétaire doit y rentrer. Dans le cas le plus simple, la locomotive, après avoir assuré un train de A à B, assure ensuite un train en sens inverse de B à A (fig. 18) Dans cet exemple, il y a un bat

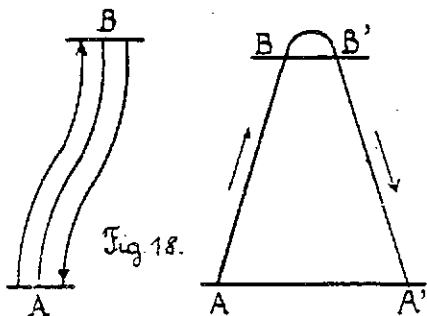
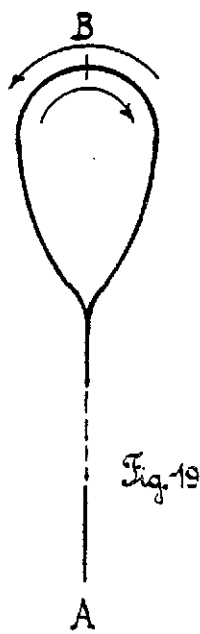
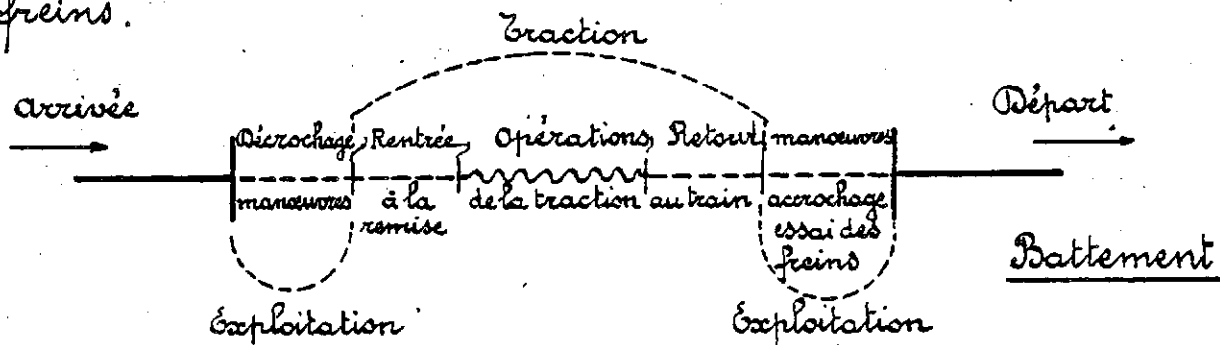


Fig. 18.

tement perdu en BB', notamment pour le virage, la prise d'eau, voire le nettoyage des feux ou simplement le changement de rames ou encore la reprise de l'horaire qui est imposé par le trafic; cette dernière circonstance peut allonger beaucoup le battement BB', plus que ne l'exigent les opérations du service de la traction, ou bien, il peut être reconnu insuffisant pour effectuer celles-ci.

Dans le battement, il faut donc distinguer d'une façon plus précise les opérations en gare ou opérations du service de l'exploitation, et les opérations proprement dites du service de la traction. Si nous les suivons dans l'ordre où elles s'effectuent, nous avons successivement: le décrochage, éventuellement des manœuvres, le parcours de la machine jusqu'aux installations de la traction, puis les opérations de la traction (virage, prise d'eau, nettoyage des feux, exceptionnellement chargement de combustible, préparation pour le retour (graissage), puis enfin le retour au train, des manœuvres éventuelles, l'accrochage et le cas échéant l'essai des freins.



Le diagramme ci-dessus montre la succession de ces opérations. Celles-ci peuvent être simplifiées lorsqu'il n'y a pas rebroussement en B (fig 19), le virage est alors supprimé, et peut-être toutes les opérations. Ou bien, on peut supprimer le virage en employant une locomotive-tender et se borner à la prise d'eau, le tout se faisant en gare. La prise d'eau, le chargement de combustible, le nettoyage des feux dépendent avant tout de la longueur du parcours, de la nature du train, des difficultés du service, des capacités d'approvisionnement en eau et charbon

du type de moteur utilisé.

Dans cet ordre d'idées, la locomotiv-tender est spécialement étudiée pour les services dits de nasettes, où les battements entre les trains sont réduits au minimum (fig. 20.). C'est le cas pour les services à voyageurs de banlieue, les services de frontière et en général les services de petites lignes où l'on ne dispose pas de plaque tournante.

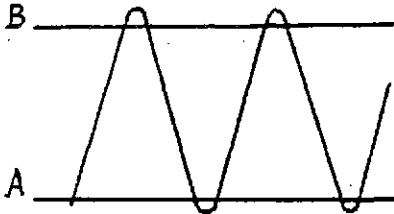


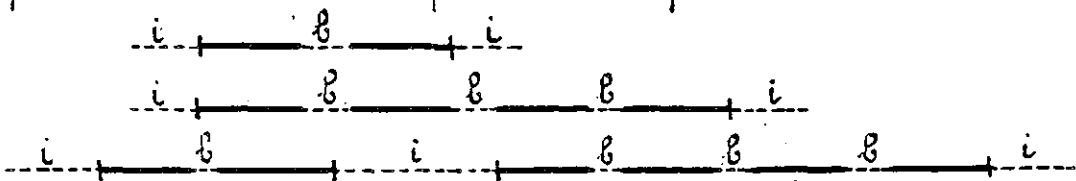
Fig. 20.

En résumé, il y aura en général entre deux trains aller et retour un battement en dehors de la remise, où les opérations de traction seront réduites au minimum. Ce battement variera de 1 à 2 heures et pourra descendre à 15 minutes pour les locomotives-tenders.

Les battements, comme les intervalles dont nous allons nous occuper, constituent une perte dans l'utilisation des moteurs. Il y a donc intérêt à les réduire dans la mesure du possible.

Intervalles. Chaque prestation de route ou prestation utile est composée d'une succession de trains séparés par des battements; ces trains sont en nombre pair ou impair, et ramènent la locomotiv à son point d'attache ou la laissent dans un dépôt étranger.

Deux prestations consécutives sont séparées par un intervalle. Toutefois une prestation-locomotiv peut elle-même comporter deux ou plusieurs prestations partielles séparées par des intervalles, lorsque ces prestations partielles sont effectuées par des équipes différentes. Une prestation-locomotiv se présentera donc par exemple sous l'une des formes ci-après :



la lettre i désignant les intervalles et la lettre B les battements.

En général, l'on a affaire à un intervalle lorsque l'équipe desservante quitte la locomotiv soit pour prendre un repos, soit pour faire place à une autre équipe.

L'intervalles comprend trois parties : la rentrée de la machine, le temps de présence à la remise et la sortie.

La rentrée comprend les manœuvres éventuelles, le décrochage et le parcours de la station à la remise. La sortie ou mise au train va depuis la mise au signal de sortie de la remise jusqu'au départ du train. Elle comprend le parcours de la remise à la station, le recul contre le train et l'accrochage; pour les trains de voyageurs, il y a en plus des manœuvres et en tous cas l'essai des freins.

La durée de ces opérations varie d'après leur nombre et leur complication, la distance de la remise à la station, les difficultés de circulation dans celle-ci. Il faut compter de 15 à 30 minutes suivant les cas, ces chiffres n'étant que des indications qu'on peut dépasser en plus ou en moins.

Il convient de noter que l'on peut être obligé de faire chauffer la rampe d'un train de voyageurs par la locomotive, spécialement au premier départ ou après un long stationnement, lorsqu'il n'y a pas d'installation de chauffage préalable. On compte habituellement 40 minutes pour cette opération.

Le temps de présence à la remise comprend lui-même trois parties: le temps nécessaire pour les opérations à la rentrée, le temps de stationnement et le temps nécessaire pour les opérations à la sortie; chacune de ces parties peut être plus ou moins réduite, elles peuvent se confondre en tout ou en partie, ou ne pas exister.

Ses opérations à la rentrée comprennent la visite, le virage, le chargement de combustible, la prise d'eau, l'approvisionnement en sable et en huile de graissage, le nettoyage des feux (grille et cendrier) et le retrait du fraïsil de la boîte à fumée. La locomotive est ensuite garée pour le prochain service.

Ces opérations s'effectuent dans un certain ordre qui dépend de la disposition des installations. Certaines peuvent être supprimées; par exemple, on peut n'avoir pas à virer la machine ou à charger du combustible.

Il est clair que la durée de ces opérations dépend de leur importance, laquelle est variable avec le type du moteur et la nature de son service, le parcours effectué ou à effectuer par exemple,

la disposition des installations, etc. Il y aura donc un temps variable par remise et par type de machines, au besoin par services.

De même, avant la mise au signal de sortie, la locomotive doit subir une série d'opérations préalables à la sortie et qui concourent à la préparation du moteur. Ce sont: l'allumage et la mise en pression, la visite, l'essai et le graissage par le personnel roulant, et les opérations accessoires.

La durée des diverses opérations, tant après la rentrée qu'avant la sortie, fait l'objet de tableaux dressés en tenant compte des prestations du personnel roulant et que nous étudierons en même temps que celles-ci.

La durée de stationnement sépare le "temps après", d'une prestation du "temps avant" de la prestation suivante. Le stationnement est plus ou moins long; il dépend avant tout des horaires et de l'agencement des prestations. Il peut être nul ou très réduit mais on doit cependant prévoir des stationnements d'une certaine durée en raison des opérations périodiques qui exigent l'entretien de la locomotive et qui ne peuvent s'effectuer à un autre moment. Alors même qu'il y a intérêt au point de vue du rendement de la machine à réduire le stationnement au strict minimum, il convient de réserver entre les prestations des stationnements suffisants pour l'exécution de ces opérations, dont l'importance et la fréquence dépendent du type de machine et de la nature du service assuré, mais qui ont une influence fondamentale sur la bonne marche du service.

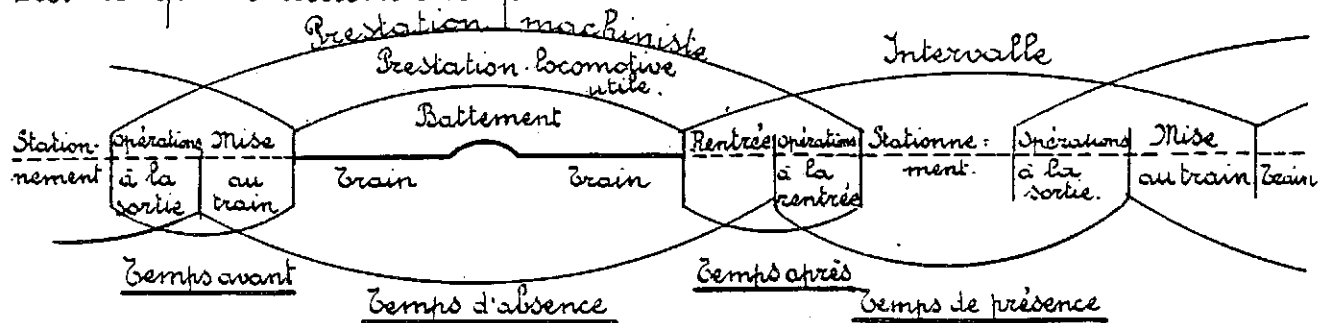
On distingue les stationnements normaux et les stationnements accidentels.

Dans les stationnements normaux, on effectue: le nettoyage des tubes à fumée, le nettoyage extérieur, surtout du mécanisme, le lavage de la chaudière, de petits travaux d'entretien dont l'importance varie d'après le temps dont on dispose, l'allumage.

Les stationnements normaux sont prévus.

Les stationnements accidentels pour avaries sont imprévus; ils

sont généralement plus longs et sont obtenus par suppression oblique des temps d'utilisation prévus.



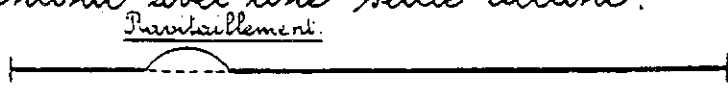
Nous résumons ce qui précède dans le schéma ci-dessus. On observera que la prestation-locomotive utile qui correspond strictement à l'utilisation de la locomotive est différente de la prestation-machiniste.

Celle-ci comprend en outre "le temps avant" c'est-à-dire le temps nécessaire pour les opérations à la sortie et la mise au train, et le "temps après", comprenant le temps de rentrée et celui affecté aux opérations à la rentrée. Mais il n'y a pas intérêt à confondre ces deux espèces de prestations, parce qu'on y gagne en exactitude, et ensuite parce que, ainsi que nous le verrons, la prestation-machiniste ne comprend pas toujours le temps avant ou le temps après, ou bien n'en comprend qu'une partie.

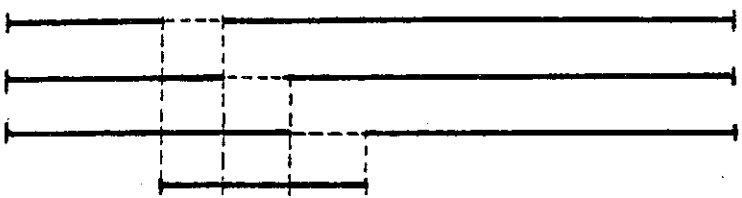
34. Description d'une prestation-locomotive de manœuvre ou d'atelier.

La prestation-locomotive de manœuvre se distingue de la prestation de route en ce qu'elle est continue, et qu'elle s'étend en général sur toute la journée de 24 heures, à part une interruption pour ravitaillement en combustible, prise d'eau et nettoyage des feux et de petites interruptions pour prise d'eau. Celles-ci étant très faibles, et s'effectuant souvent à temps perdu, on peut se borner à retenir l'interruption journalière pour le ravitaillement, laquelle a une durée de 1 à 2 heures, variant avec le mode de chargement et les difficultés locales du ravitaillement (Distance, temps de parcours, etc).

La prestation qui nous occupe se présentera donc sous forme d'un trait continu avec une seule lacune.



Cette lacune dans l'utilisation de la machine de manœuvre se concilie parfois avec le service de la station. Dans d'autres cas, surtout lorsque plusieurs locomotives travaillent dans la même station, on échelonne les interruptions de façon à pouvoir remplacer les locomotives au rassemblement au moyen d'une unité supplémentaire comme le montre le schéma.



Au bout d'un certain nombre de prestations continues, la locomotive doit

rentrer à l'atelier pour y subir les opérations périodiques tels que lavage, entretien, nettoyage, etc. Il existera donc avant et après chaque série de prestations, un groupe d'opérations avant et d'opérations après analogues à celles des services de route, mais moins importantes cependant, lesquelles seront séparées par un stationnement plus ou moins long.

35. Extension de la notion de prestation-locomotive.

Service-locomotive. Série. La prestation-locomotive comprend l'utilisation de la locomotive pendant une journée complète, de 0 à 24 heures. Cette prestation se répète, identique à elle-même, de journée en journée.

En pratique, il arrive souvent qu'une partie de la prestation comprise entre deux intervalles s'étend sur deux journées consécutives, de sorte qu'il est malaisé de découper les prestations en tranches de 24 heures, s'étendant de minuit à minuit. C'est pourquoi, étant donné un ensemble de prestations-locomotives, comprenant un nombre correspondant de fois 24 heures, il est plus pratique de découper cet ensemble en tranches consécutives, la division s'effectuant aux intervalles de façon que chaque prestation partielle effectuée soit comprise dans une même partie, l'ensemble comportant toujours le même nombre de journées complètes et le nombre des parties restant égal au nombre de journées ou de prestations-locomotives.

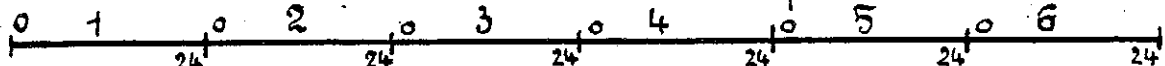
Chaque prestation ainsi obtenue constitue un service. Il y a donc autant de services que de prestations c'est-à-dire

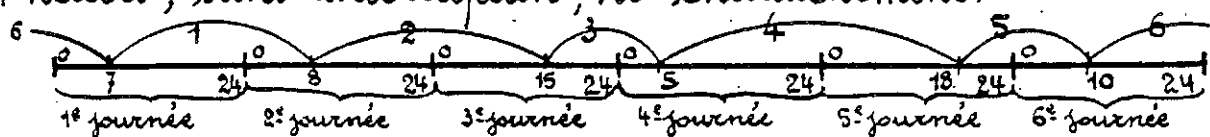
que de journées d'utilisation de 24 heures. Et le nombre de locomotives en service est égal au nombre de services.

Les différents services incombant à une même remise sont groupés en séries comprenant les services de même nature, assurés par des locomotives de même type ou comportant une organisation différente au point de vue de la desserte des locomotives ou des prestations du personnel roulant. Les différentes séries sont désignées par un littéra, les séries A, B, C, ... étant les séries à voyageurs ou mixtes, celles désignées par J, K, L, ... étant les séries à marchandises, R, S, T, ... celles des manœuvres de gare.

36. Succession des services. Dans l'organisation admise généralement, chaque locomotive assure successivement chaque service de la série, de sorte qu'il est en effet inutile de découper chaque service de minuit à minuit, du moment que les services successifs forment un tout continu, avec cette condition que chaque service appartient au jour où il commence.

Ainsi, au lieu que chacune des 6 locomotives de la série ci-dessous assure successivement les 6 prestations

 elle assurera les services 1, 2, ... 6 dont l'ensemble forme toujours 6 fois 24 heures, sans interruption, ni chevauchement.



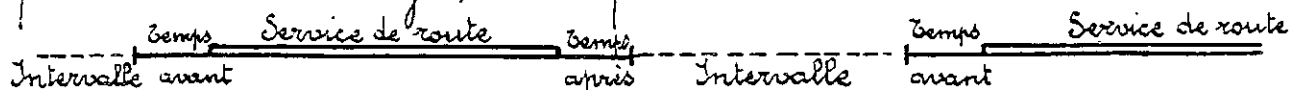
De sorte que chaque locomotive assure successivement :

1^o locomotive : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 1, 2, ... etc.

2^o locomotive : 2, 3, 4, 5, 6, 1, 2, 3, ...

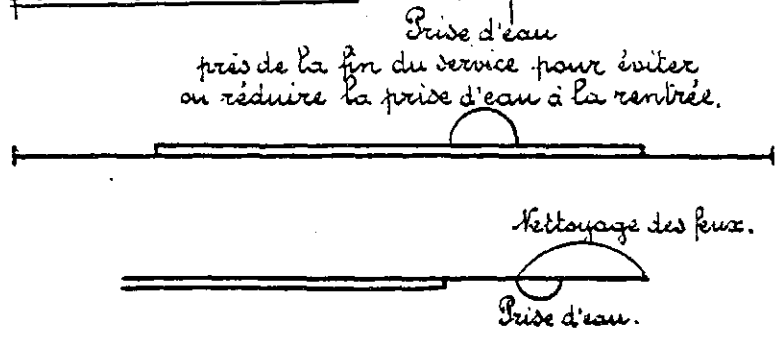
3^o locomotive : 3, 4, 5, 6, 1, 2, 3, 4, ... etc.

Il reste à indiquer de quoi chaque service est composé ; mais il faut pour cela tenir compte des règles relatives à l'organisation du travail du personnel roulant. En général, nous rencontrerons des prestations de route, séparées par des intervalles plus ou moins longs, et se présentant comme suit :



Comme on le voit, chaque service se compose d'une suite

ininterrompue d'opérations, les stationnements, intervalles et bords
ments étant assimilés à des opérations. Il faut chercher non seule-
ment à réduire la durée de chacune de ces opérations, mais même
autant que possible à les supprimer, à les juxtaposer ou à les
faire chevaucher. Exemples:



En principe, il faut faire à la rentrée, toutes les opérations qu'il est possible de faire à ce moment, afin de réduire

au strict minimum toutes les opérations à effectuer avant le départ.

37. Nature des services. - Les services ne comportent pas toujours la remorque de trains ou un travail quelconque des machines, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas nécessairement effectifs; pour certains services, au contraire, la locomotive est inutilisée, ou bien son utilisation n'est pas certaine. On distingue:

- a) les services effectifs, qui sont ceux de route ou de manœuvre de gare;
- b) les services de planton: la machine est tenue constamment en pression et est prête à toute réquisition avec le personnel qui la conduit. Le planton est destiné à parer à toute éventualité où une intervention est urgente, et notamment à assurer la régularité du départ des trains, principalement des trains à voyageurs. Ces éventualités consistent dans le remplacement de locomotives avariées fortuitement peu avant le départ, dans l'envoi au secours de locomotives en détresse, impuissantes ou avariées, dans la remorque de wagons de secours pour se rendre d'urgence sur les lieux d'un accident, dans le remplacement de locomotives non rentrées et dont l'absence a été signalée tardivement, etc.

Le planton utilisé doit être reconstitué sur le champ. Il est normalement inutilisé, sauf pour des manœuvres sur les voies de la remise, dans la station voisine, etc. L'emploi des plantons pour les manœuvres, s'il est recommandable en vue d'une bonne utilisation est cependant nuisible car les manœuvres peuvent

compromettre son maintien constant en ordre de départ.

La création d'un planton donne lieu à une dépense improductive; elle doit être justifiée par l'importance et la fréquence des éventualités auxquelles il faut parer. On peut juger le planton injustifié sauf à accepter des irrégularités dues à l'absence de planton. C'est là une question à débattre d'après les données du problème;

c) Les services de réserve allumée diffèrent des plantons en ce que la fourniture de la machine peut être effectuée un certain temps après la demande. La machine desservie par son personnel est allumée et non en pression, ce qui réduit la dépense de son maintien en feu.

Les réserves allumées servent à reconstituer les plantons utilisés à remplacer éventuellement des machines assurant des services réguliers et effectifs, et à remorquer des trains facultatifs ou spéciaux. La machine doit être fournie le plus tôt possible ou à l'heure convenue; pour ce qui concerne les trains facultatifs et spéciaux la demande de machine doit être présentée au moins 4 heures à l'avance.

La réserve allumée doit être normalement utilisée; le nombre des réserves allumées doit donc être subordonné au nombre des trains facultatifs et spéciaux à assurer, et à l'importance des éventualités qui justifient leur intervention; le nombre de ces éventualités dépend donc avant tout de l'importance des services assurés par la remise et du trafic auquel celle-ci doit faire face.

Il découle de là que l'on doit faire constamment le contrôle des réserves allumées comme celui des réserves en général;

d) les services de réserve sans machine, ou services de réserve. Le personnel seulement est disponible, la locomotive est soit non allumée, soit absente. Les réserves sans machines servent au remplacement des agents défaillants, au pilotage, au remplacement d'agents rentrés tardivement, etc.;

e) les services de repos ou de transition ou alternement. Ce

personnel n'est pas présent et la machine est inutilisée. Ce sont là néanmoins des services au sens propre du mot, dont la nécessité découle de l'organisation du travail du personnel roulant.

38. Les locomotives non en service. Nous avons vu que, pour pouvoir fournir les n locomotives nécessaires pour assurer n services, il faut en posséder un nombre plus élevé N , c'est-à-dire disposer d'une réserve $N - n$. Il faut en effet pouvoir substituer des locomotives en bon état à celles qui sont momentanément avariées ou incapables de faire le service qui leur est assigné et remplacer celles-ci pendant que l'on exécute les travaux de réparation nécessaires. Les locomotives doivent d'ailleurs être retirées périodiquement du service pour subir des travaux de réparation approfondis.

Il suit de là que la réserve doit comprendre et comprendra généralement des locomotives capables de faire du service et d'autres inaptes au service et se trouvant ou non en réparation. Les premières sont les locomotives pouvant rouler (P.R.) et les secondes les locomotives retirées du service. La catégorie des locomotives pouvant rouler comprend donc celles en service et une partie de celles en réserve.

Les locomotives peuvent être retirées du service pour une période plus ou moins longue suivant l'importance des travaux à effectuer et l'on distingue ainsi deux catégories essentielles d'unités retirées du service :

- a) les locomotives en entretien.
- b) les locomotives en réparation.

On peut définir l'entretien en y comprenant tout ce qui ne relève pas de la réparation, de sorte qu'en fin de compte il est plus clair de définir d'abord la réparation.

Après avoir fourni un certain travail variable avec son état primitif, son type, la nature et l'importance du service qu'elle a assuré et les soins dont on l'a entourée, la locomotive ne peut plus être maintenue en service dans des conditions satisfaisantes de sécurité, de régularité ou d'économie et elle doit

subir un travail de réparation approfondi accompagné du démontage de la plus grande partie de ses organes et notamment du retrait des roues; c'est la réparation proprement dite. Le retrait des roues caractérise la réparation quelle que soit l'importance de celle-ci, et ce retrait correspond le plus souvent à l'état d'usure générale du moteur.

On distingue deux espèces de réparations : la réparation moyenne, effectuée dans les ateliers des lignes ou ateliers de réparation attenants aux remises importantes, et la grande réparation qui est faite dans les ateliers centraux. Celle-ci comprend, non seulement les mêmes travaux, mais en général plus approfondis que la réparation moyenne, mais en outre des travaux qui ne peuvent être exécutés dans les remises, à savoir les travaux essentiels à la chaudière, aux cylindres et au châssis.

Les travaux de réparation, moyenne ou grande, sont périodiques, à part bien entendu les cas de prise en main prématurée et accidentelle. Ils sont tarifés comme importance, comme durée et comme périodicité. On peut en dresser le programme d'avance de façon très approximative.

Les travaux d'entretien, au contraire, sont en grande partie imprévus; ils comprennent la réparation des organes avariés au fur et à mesure que ces avaries se produisent : reprise du jeu aux articulations, réparation de boîtes ou bielles chauffantes, remplacement de joints, bourrages, suppression de fuites, etc.

On distingue deux espèces d'entretien : a) l'entretien courant qui comprend les petits travaux qui peuvent s'exécuter aux machines en série, pendant les intervalles, les machines continuant à assurer le service prévu. On y assimile même certains travaux qui ne nécessitent le remplacement du moteur que pendant un jour ou deux au maximum. b) le gros entretien qui nécessite le remplacement du moteur en série pendant une période plus ou moins longue et comprend les travaux plus importants.

Tous ces travaux d'entretien comprennent d'ailleurs une

partie de travaux périodiques et pouvant être prévus à l'avance; c'est l'entretien anticipé. Tous les autres sont accidentels. On conçoit que, en bonne exploitation, l'entretien doive être autant que possible anticipé, toute avarie étant généralement accompagnée d'accidents ou irrégularités qu'il faut chercher à éviter.

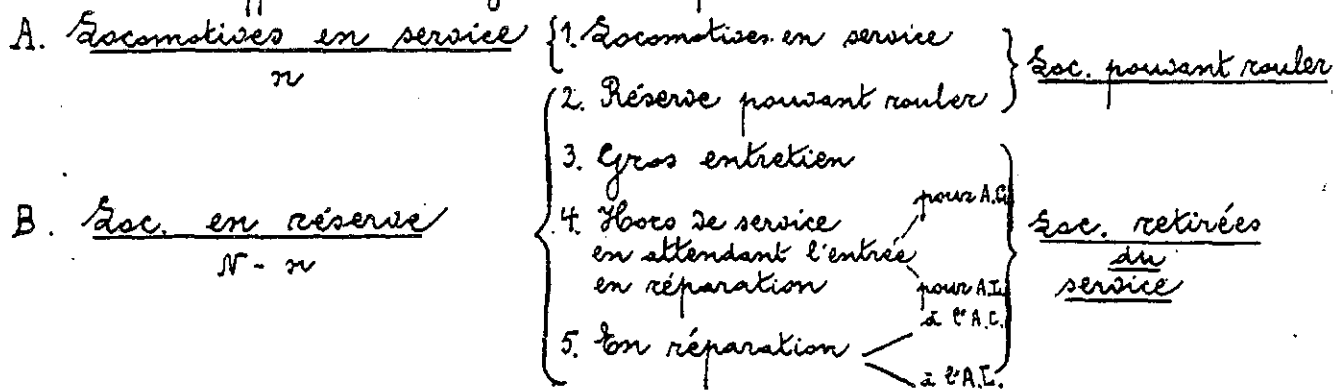
Au point de vue du classement des moteurs, en moteurs en P.R. ou retirés du service, il y a une différence fondamentale entre les moteurs en entretien courant et ceux en gros entretien. Les premiers sont considérés comme P.R., les seconds comme retirés du service.

Enfin certains moteurs sortant de réparation sont mis en "pare", lorsque la réserve en moteurs P.R. est suffisante; ils peuvent être considérés comme faisant partie de celle-ci.

39. Situation de l'effectif. On voit que, suivant le point de vue que l'on envisage, on peut subdiviser l'effectif:

- a) d'après l'état des machines: en unités P.R. ou retirées du service;
- b) d'après l'utilisation momentanée: en moteurs en réserve ou en service.

On peut ainsi répartir les locomotives constituant l'effectif entre les différentes catégories ci-après:



On obtient ainsi un tableau de l'effectif donnant la situation de celui-ci tant au point de vue des nécessités du service (nombre de locomotives en service) que des disponibilités (réserve pouvant rouler) et de la remise en état des moteurs retirés du service. Cette situation varie journalièrement et elle doit être suivie pas à pas puisqu'elle permet de vérifier d'une part que l'on dispose et que l'on disposera des moteurs nécessaires pour assurer le service, d'autre part que l'on a pris toutes les

mesures requises pour réparer en temps utile les moteurs retirés du service. Nous étudierons en temps et lieu la façon dont on dresse la situation de l'effectif.

40. La réserve. La réserve constitue le volant nécessaire à l'alimentation de l'effectif en service. L'importance de la réserve varie évidemment en raison de l'importance de celui-ci. Pour déterminer la réserve il faut envisager séparément les divers types de machines. On considère souvent comme réserve proprement dite l'ensemble des n_1 machines disponibles (réserves pouvant rouler) et des n_2 machines en entretien (gros entretien) et l'on fait abstraction des unités hors de service pour réparation ou en réparation. C'est au moyen de l'effectif partiel $N' = n + n_1 + n_2$ que l'on assure le service.

Le rapport $\frac{n_1+n_2}{n} \times 100 = a$ donne le pourcentage de réserve.

Ainsi donné ce pourcentage conduit à une réserve proportionnelle à n . Il est communément de 20% et varie entre 10 et 20, n_1 étant approximativement égal à n_2 .

Le pourcentage a dépend : 1) de la nature de l'organisation du service qui conduit à une utilisation plus ou moins intensive des locomotives. Plus les intervalles sont longs, plus on peut y effectuer d'entretien, moins la réserve n_2 doit être élevée, et moins on doit remplacer les machines en série, moins n_1 doit être élevé;

2) du type de machine utilisé et de la nature du service.

Les divers types de locomotives sont sujets à des avaries diverses et doivent subir des révisions plus ou moins fréquentes, variables avec les difficultés des services. Les services à voyageurs sont plus difficiles que ceux à marchandises, parmi ceux-ci certains sont plus durs que d'autres, fatiguent les machines davantage.

Au point de vue du type de machine, on peut réduire la réserve lorsqu'un type de machine peut effectuer le service d'un autre, c'est-à-dire lorsque plusieurs effectifs sont interchangeables. Certaines machines à voyageurs peuvent faire le service de machines mixtes, celles-ci peuvent assurer des services à marchandises, les machines de route peuvent faire des services de gare ;

3) de l'importance de l'effectif en service n . Il faut faire une différence à ce sujet entre les effectifs n_1 et n_2 .

L'effectif n_2 est évidemment proportionnel à n , car il faut un temps d'immobilisation déterminé par type de machines et par mois pour le gros entretien.

L'effectif n_1 au contraire est proportionnellement moins important à mesure que l'effectif augmente car les réserves sont de mieux en mieux utilisées, n_1 ne peut pas descendre au-dessous d'une unité pour les petits effectifs, à moins que l'on ne se résolve à compter sur les effectifs d'autres types.

Lorsqu'on pourra interchanger les types, on pourra donc réunir les effectifs de ces types dans l'évaluation de la réserve.

Nous indiquerons les valeurs à donner à a pour les différentes espèces de séries et les différents types de machines.

La formule ci-après donne un résultat assez bon en général pour les machines de route dans le cas de deux équipes par machine :

$$n_1 + n_2 = \sqrt{\frac{5}{6}n - 4} \quad , \quad n \geq 6 ; \quad \text{si } n < 6 \quad n_1 + n_2 = 1$$

Si il s'agit de manœuvres de gare on peut réduire ce nombre de moitié.

41. Machines hors de service pour la réparation et en

réparation. On groupe ces machines en deux catégories : les unes pour A.T., les autres pour A.C., chacune pouvant comprendre des machines attendant la prise en mains et des machines prises en mains. Ce sont les effectifs n_3 et n_4 .

Comme nous l'avons dit, ces effectifs se déterminent d'après des règles fixes.

On admet qu'une machine entre en réparation moyenne après un parcours déterminé L , variable d'après le type de machine, et qu'une machine est réparée après un délai normal d'un mois. Si on y ajoute 15 jours pour attendre la prise en main, on peut compter sur une immobilisation de $1\frac{1}{2}$ mois par locomotive. C'est là un minimum qui n'est réalisé actuellement que lorsque les travaux de réparation marchent normalement et que l'utilisation des moteurs est bien

redonnée, mais on peut le réduire par une organisation adéquate. En admettant l'immobilisation de 1½ mois, on peut déterminer l'effectif nécessaire n_3 , si l'on connaît en outre le parcours mensuel total

P des n locomotives de la série; la valeur de n_3 sera:
$$n_3 = \frac{P \times 1.5}{l}$$

Quant à n_4 on admet que l'on effectue une grande réparation au bout de 2 ou 3 moyennes: prenons 3. Le parcours entre deux grandes réparations est alors $4l$. D'autre part, si on admet qu'une grande réparation dure 3 mois et que l'immobilisation préalable est de 1 mois, soit 4 mois en tout, on a: $n_4 = \frac{4P}{4l} = \frac{P}{l} = \frac{n_3}{1.5}$.

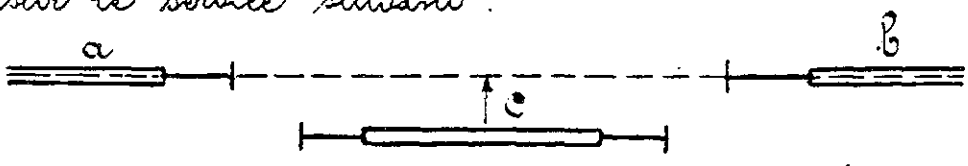
Mais ces immobilisations peuvent être beaucoup réduites, et il ne faut admettre ces données que comme une indication permettant de déterminer les effectifs n_3 et n_4 .

Les données supposent d'ailleurs que l'on échelonne les prises en mains de façon régulière.

4e. Banalisation. Si n est un nombre fixe, n_1 et n_2 varient; il peut même arriver que $n_1 = 0$, c'est-à-dire qu'il n'y ait plus aucune réserve disponible. n_2 est alors égal à $N' - n$. Il peut même se faire que n_2 soit supérieur à $N' - n$, alors le nombre de machines en série est inférieur à n . Si on éprouve alors les plus grandes difficultés pour assurer le service, et c'est pourquoi il faut suivre pas à pas les réserves n_1 et n_2 .

Si on peut parer à l'insuffisance des moteurs en série en réutilisant les locomotives de la série pendant les intervalles de présence à la remise, et ce, d'autant plus aisément que ces intervalles sont plus nombreux et plus longs, c'est-à-dire que la série est plus élastique. On peut y arriver de deux façons:

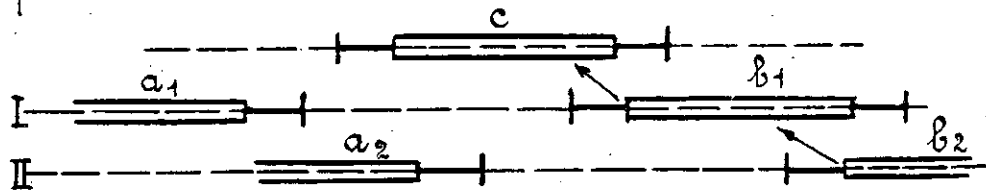
1) En intercalant le service à assurer dans un intervalle sans empiéter sur le service suivant:



La locomotive qui assure normalement a et b assure entre temps le service c pour lequel la machine fait défaut.

2) En faisant avancer les locomotives d'un certain nombre de

services lorsque le service c ne s'intercale pas entre deux autres sans empiéter sur le second :



Il n'y a pas de machine pour assurer c ; la machine I avance au service c et ne peut assurer son propre service suivant b₁ ; la machine II assure b₁ au lieu de I et ne peut faire b₂, etc.

Dans les deux cas on a banalisé une ou plusieurs machines, c'est-à-dire que l'on a fait couler une ou plusieurs machines avec une équipe autre que celle qui la dessert habituellement. Dans le premier cas, la banalisation est limitée puisque la locomotive reprend immédiatement son service normal. Dans le second, les conséquences de la banalisation se répercutent sur plusieurs services au point que l'organisation en est bouleversée.

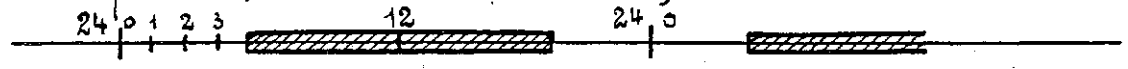
La banalisation est néfaste à la bonne marche du service, car elle conduit à la suppression des opérations d'intervalles et en outre elle entraîne la multiplication des avaries par suite de la desserte des locomotives par des équipes d'occasion. Dans la pratique courante on doit cependant avoir recours à ce procédé, parce qu'il arrive qu'il est matériellement impossible d'exploiter autrement. Mais on doit toujours considérer ce procédé comme un pis-aller, car une fois entré dans cette voie, l'on est entraîné à étendre la banalisation ainsi que le montre l'exemple 2 ci-dessus. Il faut dans tous les cas chercher la solution qui limite le plus les effets de la banalisation, et dès que l'on applique celle-ci, chercher par tous les moyens à en revenir à l'utilisation normale et précieuse des moteurs.

43. Mesure de l'utilisation des locomotives. On peut considérer l'utilisation des locomotives à trois points de vue différents:

- 1) le temps d'utilisation;
- 2) le parcours kilométrique effectué;
- 3) le tonnage-kilométrique transporté.

Le temps d'utilisation est celui qui s'écoule entre les différents départs et les rentrées consécutives à la remise. On

peut encore en défalquer le temps perdu en dehors de la remorque proprement dite des trains. Dans tous les cas, pour se rendre compte de la valeur du temps d'utilisation, on tracera une ligne horizontale sur une échelle horaire, ligne qui sera interrompue quand cessera l'utilisation; les blancs seront les pertes.



Si la locomotivise est utilisée pendant 14 heures sur une journée, le degré d'utilisation relatif à cette journée sera $\frac{14}{24} \times 100$. Le degré varie d'un jour à l'autre.

Mais ce n'est pas parce que la locomotivise reste plus souvent absente de la remise qu'elle est bien utilisée. Si elle rentre avec deux heures de retard par exemple, elle aura cependant effectué le même travail utile et son utilisation sera en réalité plus mauvaise. Le travail utile peut se mesurer en kilomètres parcourus. Plus la machine aura parcouru de kilomètres pendant le même temps d'utilisation, plus l'utilisation sera meilleure. On en arrive ainsi à considérer le parcours journalier de la locomotivise, ou mieux son parcours moyen journalier. Ce parcours sera évidemment d'autant plus élevé que la vitesse moyenne de marche est plus grande, de sorte qu'il sera en général plus élevé pour les machines à voyageurs que pour celles à marchandises.

Enfin, il ne suffit pas non plus de faire du parcours, il faut encore remorquer une charge aussi rapprochée que possible de celle qui correspond au développement de la puissance maximum de la locomotivise. C'est pourquoi il faut faire intervenir le poids du train ou charge réelle, et considérer le tonnage kilométrique. Supposons une locomotivise qui a remorqué 600 et 550 tonnes respectivement sur des parcours de 43 et 55 kilomètres, alors qu'elle aurait pu tractionner 800 et 750 tonnes si la charge avait été complète. Elle aurait pu fournir:

$$800 \times 43 + 750 \times 55 = 75.650 \text{ t.k.}$$

tandis qu'elle n'a fourni en réalité que:

$$600 \times 43 + 550 \times 55 = 56.050 \text{ t.k.}$$

et le rapport d'utilisation n'est que de $\frac{56050}{75650}$ soit 74%.

On peut encore étudier cette utilisation de façon plus simple et plus générale en considérant chaque train isolément. C'est en effet l'utilisation de chaque train qu'il importe de connaître (1).

Le parcours est subdivisé en sections de longueurs d_1, d_2, \dots au point de vue de la charge, et les charges limites pour un type déterminé de machine sont respectivement $\epsilon_1, \epsilon_2, \dots$, le degré d'utilisation est le rapport du tonnage kilométrique réel au tonnage kilométrique maximum. Soient c_1, c_2, \dots les charges réelles. Le degré d'utilisation k est ainsi :

$$k = \frac{c_1 d_1 + c_2 d_2 + \dots}{\epsilon_1 d_1 + \epsilon_2 d_2 + \dots}$$

ce qui on peut mettre sous la forme:

$$k = c_1 \frac{d_1}{\epsilon_1 d_1 + \epsilon_2 d_2 + \dots} + c_2 \frac{d_2}{\epsilon_1 d_1 + \epsilon_2 d_2 + \dots} + \dots$$

ou en posant:

$$a_1 = \frac{d_1}{\epsilon_1 d_1 + \epsilon_2 d_2 + \dots}, \quad a_2 = \frac{d_2}{\epsilon_1 d_1 + \epsilon_2 d_2 + \dots}, \dots$$

ce qui donne : $k = c_1 a_1 + c_2 a_2 + \dots$

Remarquons que a_1, a_2 se déterminent une fois pour toute par train et par machine, il suffit donc de relever les charges réelles et l'on peut alors calculer directement k .

Chapitre IV.

Règles de l'utilisation du personnel roulant.

44. Relation entre l'utilisation du personnel roulant et celle de la locomotive. Chaque locomotive est conduite par un machiniste et un chauffeur, formant une équipe ou "personnel". De même que l'utilisation de la locomotive, celle du personnel qui la dessert a ses particularités et ses nécessités propres. Il faudra donc, dans l'élaboration du service, tenir compte à la fois des conditions d'emploi de l'un et de l'autre de ces deux éléments.

La caractéristique de cette organisation est la titularisation des machines. Dans le système le plus simple, chacune de celles-ci

(1) cette méthode est due à M. Bouffay, Inspecteur technique à Montigny.

est conduite par une seule équipe titulaire, toujours la même. La machine étant alors forcément inutilisée en dehors des heures de travail de l'équipe titulaire, on voit par exemple que les intervalles dépendront du temps accordé au personnel entre deux journées consécutives, que la durée d'utilisation effective des machines dépendra de la journée de travail de l'équipe titulaire, etc. Plus fréquemment, en raison même de la réduction de la journée de travail du personnel roulant, chaque locomotive est desservie alternativement par deux ou au maximum par trois équipes titulaires. Enfin, comme nous l'avons vu, il peut arriver exceptionnellement qu'on déroge à la règle de titularisation en ayant recours momentanément à la banalisation; celle-ci, il ne faut pas l'oublier, n'est pas un régime, mais une nécessité exceptionnelle, que l'on cherchera à éviter parce qu'elle est néfaste.

Le service du machiniste et du chauffeur composant une équipe déterminée est le même en général pour chacun des deux agents. On parlera donc toujours du service d'une équipe ou d'un personnel, sauf dans les organisations spéciales où le machiniste et le chauffeur sont isolés. Pour les services en dehors de la remise, la présence du chauffeur à côté du machiniste est obligatoire, afin de disposer d'un agent pouvant arrêter la machine en cas de défaillance du machiniste, de sorte qu'on aura toujours là une équipe complète. Pour les petits déplacements à l'intérieur des installations l'on admet la desserte par un seul agent, un machiniste ou un chauffeur capable de remplir les fonctions de machiniste.

45. Cadre. Pour fournir les prestations-locomotive qui lui incombent, la remise doit posséder un nombre déterminé d'équipes; ce nombre constitue le cadre du personnel roulant. Par exemple, le cadre comprendra 86 personnels, soit 86 machinistes et 86 chauffeurs.

Généralement, pour tenir compte des fluctuations du trafic, une partie seulement des prestations-locomotive étant fixe,

l'autre variant constamment ou n'ayant qu'un caractère provisoire (trains de betteraves, trains de ballast, etc), une partie seulement du cadre est nommé à titre définitif; l'autre ne l'est qu'à titre provisoire. De sorte que souvent le cadre de 86 personnels comprendra une partie définitive et l'autre provisoire; il y aura par exemple 79 personnels définitifs et 7 provisoires. Dans la fixation du cadre définitif, on ne tiendra pas seulement compte des prestations dont la durée limitée est fixée de façon plus ou moins précise, mais aussi du fait que des prestations à caractère permanent peuvent disparaître, soit par suite de modifications imprévues du trafic, soit par suite de transferts à d'autres remises. En dehors des prestations provisoires, il est bon de tenir ainsi 10% du cadre à titre provisoire, de façon à faciliter les modifications dans l'organisation du service. Ce nombre pourra être plus élevé si le trafic a un caractère instable ou si l'on prévoit des modifications et des transferts.

Enfin, le cadre pourra comprendre, en dehors des équipes régulières, un certain nombre de machinistes ou bien de chauffeurs isolés. Exemple: le cadre comprendra 86 personnels dont 79 définitifs et 7 provisoires, et 3 machinistes aux relais (ou 2 machinistes au pilotage).

46. Définition d'une prestation du personnel roulant.

Pour assurer chaque prestation-locomotive, il faut une, deux ou trois équipes suivant que la locomotive est desservie par une, deux ou trois équipes respectivement. On peut donc rattacher à chaque prestation-locomotive, une, deux ou trois prestations du personnel roulant, celles-ci se reproduisant journellement, identiques à elles-mêmes, comme les prestations-locomotives; à part aussi ce qui est dû aux fluctuations du trafic, les prestations du personnel roulant sont en nombre constant.

Dans chaque journée de 0 à 24 heures, chaque équipe a donc à fournir une prestation. Les prestations de l'espèce ne sont pas toutes de même nature et on les groupe en séries avec les prestations-locomotives correspondantes, par type de moteurs desservis. On distingue de même les prestations de route, de manœuvre

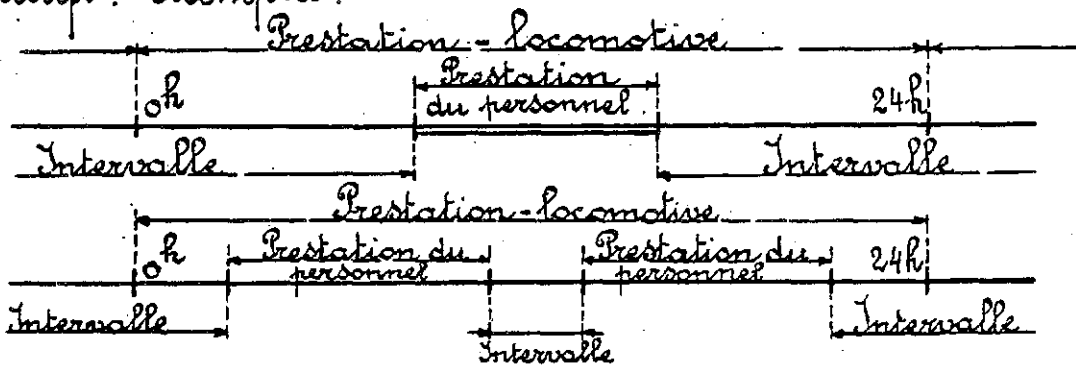
de gare et d'atelier, chacune d'elles se classant d'après son caractère particulier.

Indépendamment des prestations qui correspondent aux prestations-locomotive de réserve, il existe aussi des prestations sans locomotive, celles-ci étant soit des prestations effectives, soit des prestations de réserve sans locomotive (Réserves proprement dites par opposition aux réserves allumées et aux plantons. Voir § n°37 chap. III).

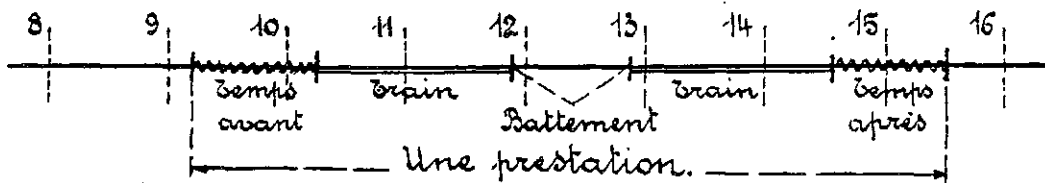
47. Description d'une prestation du personnel roulant.

a) Prestation avec locomotive. Décrire la prestation du personnel c'est décrire la prestation de la machine, puisque l'une s'adapte à l'autre. Il nous suffira donc de reprendre ce que nous avons écrit à propos du service de la machine.

Nous avons vu que chaque prestation-locomotive comprend une, deux ou trois parties séparées par des intervalles, deux prestations consécutives étant elles-mêmes séparées par un intervalle. En d'autres termes la prestation du machiniste constitue une partie de la prestation-locomotive, comprise entre deux intervalles consécutifs. Exemples :



Ainsi compris, le temps d'une prestation du personnel comprend trois parties : le temps avant, le temps d'utilisation effective de la locomotive ou prestation de route, et le temps après. Exemple :



Dans le temps avant, il y a :

- 1) les opérations à la sortie, qui comprennent : l'exécution des diverses obligations du machiniste avant le départ : visa du livre d'ordres, prise des clefs et de la feuille de travail, visite son

maire et essai des organes essentiels (freins et injecteurs principalement), graissage de la machine et mise au signal; pendant ce temps le chauffeur prépare et allume les disques et les lanternes, complète la préparation du feu et la mise en pression;

2) la mise au train, c'est-à-dire le recul en gare, les manoeuvres éventuelles, l'accrochage au train et l'essai des freins.

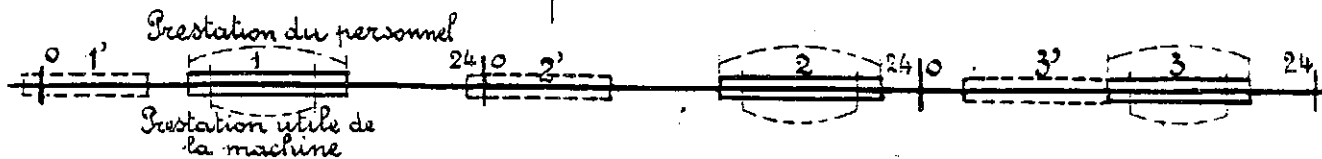
Ce temps après se compose:

1) du temps nécessaire pour rentrer à la remise après manoeuvres éventuelles et décrochage;

2) du temps nécessaire pour exécuter les opérations à la rentrée, à savoir la visite à la rentrée, le virage, l'alimentation en eau, charbon, sable et huile, le nettoyage des feux (foyer et cendrier) et de la boîte à fumée, le remisage.

Au point de vue de l'organisation du service, nous devons retenir que le service du machiniste est une succession alternative de prestations et d'intervalles. Mais, tandis que la durée de ces prestations et intervalles n'a d'autres limites pour ce qui concerne la machine que ce qui découle des nécessités de l'approvisionnement et de l'entretien, limites d'ailleurs très élastiques, il en est tout autrement pour le personnel dont les temps de prestation ont des maxima, tandis que les intervalles ont une durée minimum qui découle de la réglementation légale du travail.

Dans ces conditions, le personnel ne fournissant journellement qu'une prestation journalière limitée, l'on n'aurait qu'une utilisation en général insuffisante des locomotives lorsque chacune ne serait desservie que par une seule équipe. Le schéma ci-dessous montre le résultat que l'on obtiendrait ainsi:



C'est pourquoi au fur et à mesure que l'on réduit la durée de la journée de travail, l'on a intérêt à intercaler de plus en plus de nouvelles prestations entre les précédentes. On fait desservir la même machine par une seconde équipe dont les prestations alternent avec celles de la première équipe comme il est indiqué en pointillé.

Dans le service de manœuvre, il n'existe pas à proprement parler de temps avant et après; de plus les prestations du personnel se suivent de façon continue et on doit ainsi admettre jusqu'à trois équipes par machine, soit trois prestations de 8 heures par journée de prestation de 24 heures.

La coïncidence du service du machiniste avec celui de la machine a toujours lieu, en général, lorsque la prestation du machiniste ne dépasse pas ainsi la limite imposée. Mais il arrive que pour rester au-dessous de cette limite, on est obligé de supprimer tout ou partie du temps avant ou du temps après, ou même plus exceptionnellement des deux à la fois, le travail dont on dispense l'équipe titulaire étant alors effectué par une autre équipe ou par des agents spécialisés. Si le temps avant est supprimé, on organise la préparation du moteur; si au contraire c'est le temps après, il y a relais. Les deux solutions, que nous exposerons en détail, sont toutes deux plus ou moins radicales. La préparation du moteur peut se borner à la mise au signal et comporter seulement le graissage, la mise en pression, la visite, l'essai et les opérations accessoires, ou une partie seulement de toutes ces opérations; elle peut comprendre, en outre, mais plus rarement, la conduite de la machine au train, auquel cas le personnel prend le service en gare et dispose de 5 à 10 minutes avant l'heure de départ du train. On n'a cependant recours à cette organisation que pour les prestations exceptionnellement longues et l'on préfère appliquer le relais, nous expliquerons pour quelles raisons, avant de recourir à la préparation. Le relais est lui-même complet ou partiel; lorsqu'il est complet le personnel est remplacé en gare; mais l'on n'a recours non plus que quand il le faut bien au relais en gare, tandis que le relais à l'arrivée à l'atelier est la solution la plus générale; il comporte donc la suppression complète ou partielle des opérations à la rentrée; on cherche cependant à ce que l'équipe titulaire assiste à la visite et au chargement du combustible de son moteur.

Parfois enfin, lorsque les prestations contiguës de deux équipes titulaires se suivent immédiatement et sans intervalle, l'une relaie l'autre ou prépare la machine; en outre, une partie des prestations d'intervalles peut même dans ce cas être supprimée, ce qui simplifie le problème.

b) Prestations sans locomotive. ce sont:

- 1) les prestations de réserve,
- 2) les prestations pour pilotage,
- 3) les prestations de relais ou de préparation des moteurs.

Ces prestations sont simplement assujetties à la réglementation ordinaire en ce qui concerne la durée et les intervalles.

48. La journée de huit heures. Les prestations, les intervalles et les repos des agents des trains sont assujettis aux prescriptions de la loi sur la journée de huit heures.

Depuis longtemps, la journée de huit heures constitue une des revendications fondamentales de l'ouvrier. Cette revendication avait, pour le personnel roulant des chemins de fer, un caractère particulier, du fait que, quoi que l'on fasse pour limiter la durée de la journée de travail, le personnel roulant des chemins de fer est astreint souvent à dépasser cette limite par suite de l'irrégularité de la marche des trains. En diminuant la durée de la journée de travail réglementaire, on devait diminuer par le fait même la durée des longues prestations que ce personnel doit fournir accidentellement.

D'autre part, le personnel des trains doit, en service normal, fournir un effort d'attention soutenu, car de cet effort dépend la sécurité de la marche des trains. Plus le service est long, plus cette attention a des chances de se relâcher et plus les agents sont surmenés, leurs conditions de travail étant d'ailleurs spécialement défavorables.

Enfin, pour le personnel itinérant, plus que pour tout autre, parce qu'il est astreint à de longs déplacements et à de longues absences, la journée de huit heures devait apporter

une amélioration spéciale des conditions d'existence, en développant la vie de famille.

Cependant, si le problème est simple pour les agents sédentaires, il en va tout autrement pour le personnel roulant. Pour celui-ci, les heures de travail ne sont pas fixes, la durée de la journée de travail est variable, l'organisation du service est subordonnée à l'établissement des horaires qui doivent répondre non pas aux besoins du personnel, mais aux nécessités du trafic. La loi des huit heures devait donc être adaptée à la nature spéciale du travail qui nous occupe; elle ne pouvait être mise en vigueur que moyennant l'adoption de certains tempéraments, tels que son application fût rendue possible, ou ne rendît pas impossible l'exploitation des chemins de fer. C'est cette réglementation que nous allons exposer.

Il importe auparavant de mettre en lumière les conséquences de la journée de huit heures, en se plaçant non plus au point de vue de l'intérêt, des droits du personnel, mais à celui du rendement de l'exploitation. Nous en déduisons la nécessité de donner à celle-ci un caractère nettement industriel.

Toutes choses restant les mêmes, il va de soi que si l'on diminue la durée de la journée de travail, en admettant que le salaire horaire soit relevé en proportion - et il ne peut en être autrement - on doit utiliser pour un même trafic un nombre d'agents proportionnellement plus élevé, et par conséquent consentir les dépenses supplémentaires correspondantes. Or, il est désirable d'éviter ces dépenses nouvelles; la journée de huit heures ne peut être un bienfait que si elle ne constitue pas une charge qui pèse sur la collectivité, et, en dernière analyse, sur le travailleur lui-même. La situation financière d'après guerre commande impérieusement une politique d'économie. Et comment peut-on éviter ces dépenses nouvelles? En augmentant la production du personnel dans la mesure nécessaire. On en arrive ainsi à conclure que le personnel devra produire en huit heures ce qu'il produi-

sait auparavant, en dix heures. L'exploitation, dans la journée de huit heures, devra donc être dirigée vers une augmentation de rendement.

Pour obtenir cette augmentation de rendement, deux moyens sont à notre disposition :

- 1) mettre entre les mains de nos agents des machines plus perfectionnées et plus puissantes; substituer le travail mécanique au travail manuel;
- 2) étudier, perfectionner l'organisation du service de façon à tendre vers un plus grand rendement.

Pour ce qui concerne la remorque des trains par exemple, il faudra utiliser des locomotives plus puissantes, remorquant des trains plus lourds, créer un matériel plus lourd armé du frein continu et de l'attelage automatique, à déchargement automatique; multiplier dans les remises les installations de manutention mécanique du combustible et des cendres, améliorer la disposition des installations et des voies de façon à assurer une circulation rationnelle et rapide des moteurs, etc. Dans les ateliers de réparation l'on éliminera les machines-outils de types surannés pour y substituer des machines modernes et à grand rendement, l'on établira des appareils de levage à commande mécanique, etc.

Quant à l'organisation des trains, l'on étudiera systématiquement la prestation du personnel de façon à réduire les pertes et à tirer tout le parti possible de celui-ci, on perfectionnera l'agencement des services de façon à le rendre plus économique, on modifiera au besoin les horaires de façon à les adapter aux nécessités de rendement, etc.

Un tel résultat ne peut être obtenu sans que la gestion générale soit orientée dans le sens de l'adoption de méthodes industrielles. Or, ce n'est qu'à défaut de celle-ci, les moindres éprouves conduisent à des périodes de désarroi et de gâchis.

En perfectionnant l'outillage et l'organisation du réseau, on atteindra donc un double but: on rendra la journée de huit heures viable, et on sera d'autant mieux à même de faire face aux difficultés.

49. Réglementation de la journée de huit heures appliquée au personnel roulant. Cette réglementation envisage successivement la durée des prestations, la longueur des intervalles et les repos.

La durée de la prestation est variable; elle est tantôt inférieure, tantôt supérieure à huit heures; la durée de huit heures est une moyenne; il faut en outre envisager un maximum à la durée de la prestation journalière. La réglementation énonce qu'en service normal, les prestations sont réparties de telle sorte que la durée moyenne du travail effectif, calculée sur une durée de trois semaines au moins, ne dépasse pas huit heures par jour et quarante-huit heures par semaine (période de sept jours consécutifs). On évite ainsi l'accumulation, dans une même période, de journées de travail dépassant huit heures.

Quant à la durée, aucune prestation prévue ne peut comprendre plus de 10 heures de travail effectif, ni plus de 12 heures, maximum d'espace de temps entre le commencement et la terminaison du service (Amplitude de la journée de travail).

Il s'agit des prestations prévues, c'est-à-dire du roulement, puisqu'en réalité les irrégularités entraînent fréquemment un allongement de ces prestations.

Il faut ensuite définir ce qu'on entend par travail effectif; on comprend dans celui-ci:

- a) la durée réelle des services effectués sur la machine ou dans les trains, y compris les parcours haut-le-pied (hlp) ou voyages sans machine;
- b) les temps alloués, les délégués du personnel entendus, pour les opérations à effectuer avant le départ et après l'arrivée des trains desservis. Ces temps sont déterminés par gare, par remise et par train;
- c) la durée des services de planton et de réserve à la gare ou à la remise;

d) les interruptions de services hors résidence, sauf celles égales ou supérieures à 8 heures, lesquelles sont considérées comme intervalles entre deux prestations;

Cependant, si le personnel dispose, en dehors de sa résidence, de 2 heures de liberté ou plus, il sera déduit deux heures dans le calcul du travail effectif et dans les laps de temps prévus comme maxima (12 heures).

e) la durée des déplacements imposés aux agents pour se rendre aux enquêtes ou pour témoigner devant la justice à l'occasion de faits relatifs au service;

f) la durée des théories données en dehors des heures de service prévues, à concurrence de 2 heures au maximum par mois.

Toute interruption effective pour repos, repas, etc. à la résidence, siège du travail des intéressés, est déduite du service effectif.

Il ne peut exister de service de réserve à domicile.

Le règlement fixe aussi un maximum pour l'absence totale du personnel de la résidence sur une période déterminée: la durée totale des absences de la résidence - siège du travail - ne peut dépasser 340 heures par mois.

Quant aux intervalles entre deux prestations consécutives, ils doivent comprendre une période libre de tout service d'une durée ininterrompue de 12 heures au moins à la résidence de l'agent, et de 8 heures au moins en dehors de la résidence (démourer).

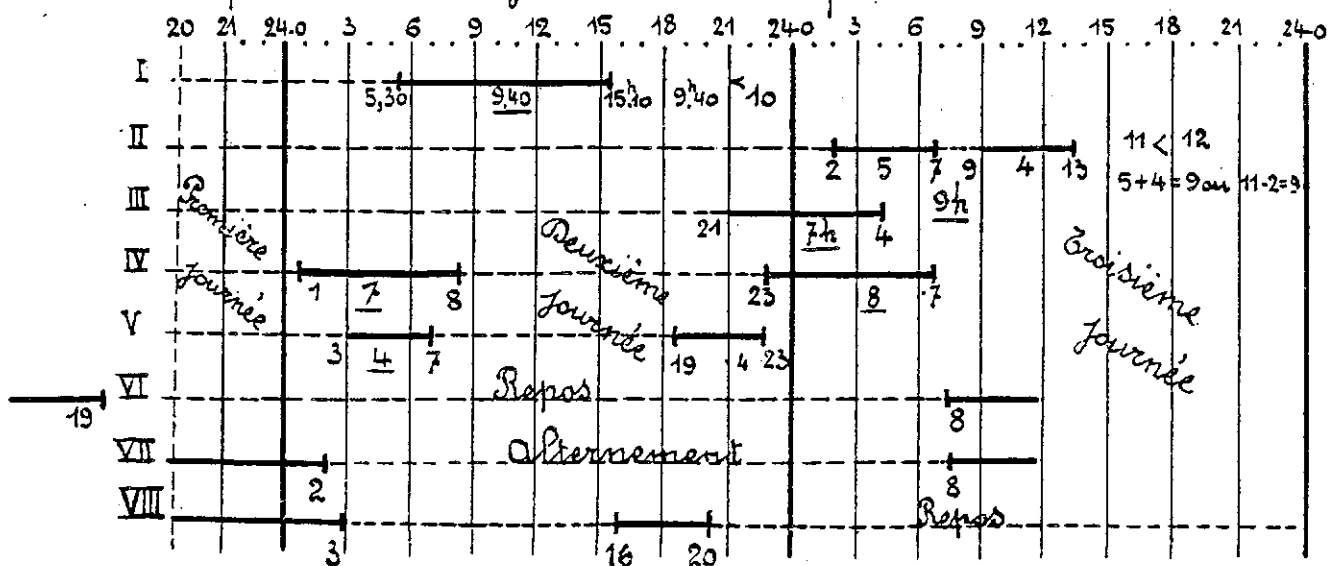
Cependant, en cas de retard dans la circulation des trains, et pour ne pas déranger le roulement du service régulier, la durée du repos à la résidence peut être réduite exceptionnellement à 10 heures. Il en sera de même au cas où certains alternements ne pourraient s'effectuer sans avoir recours à cette mesure.

Reste à réglementer les repas. Un intervalle constitue un repos à condition d'avoir une durée minimum de 34 heures; en outre, l'interruption doit être combinée de façon que le service se termine au plus tard à 20 heures, et ne recommence pas avant 6 heures le surlendemain. Le repos doit

donc comprendre deux fois minuit. Toutefois, ces limites sont portées à 23 heures et à 5 heures, lorsqu'il s'agit de repos accordés à l'occasion de suppression de trains. De même en cas de retard du dernier train précédant le repos, celui-ci est valable s'il commence avant 23 heures et pour autant que l'intervalle atteigne 34 h. Enfin, le personnel desservant les locomotives de manœuvre est assimilé au personnel sédentaire quant à la durée et à la fixation des heures des repos. En d'autres termes, ceux-ci ne doivent pas comporter nécessairement 2 fois minuit ni 34 heures d'intervalle, pour autant que le personnel n'assure que 48 heures de travail par semaine.

Les repos doivent être accordés aussi régulièrement que possible et leur nombre est fixé. Le personnel roulant dispose annuellement de 59 repos. Les repos sont accordés autant que possible les dimanches et jours de fêtes légales. Le nombre de 59 repos correspond aux 52 dimanches, auxquels on ajoute les repos correspondant à 7 jours de fêtes légales.

50. Les prestations considérées au point de vue de leur position dans la journée. Chaque prestation ou service du machiniste est caractérisée par une heure de commencement et une heure finale, l'écart entre les deux constituant la durée du service. En voici quelques exemples, que nous faisons porter sur trois journées consécutives, de façon à envisager tous les cas possibles:



Le service I est un service normal de jour. Parmi ceux-ci, on peut distinguer les services de la matinée et de la soirée.

Le service II a une amplitude inférieure à 12 heures; l'amplitude réelle de 11 heures se réduit à 9 heures parce qu'il faut défalquer 2 heures de liberté au cours du service.

Le service III est un service normal de nuit appartenant à la deuxième journée.

Les services II et I comprennent deux prestations normales chacun, séparées par un intervalle de 12 heures au moins. Ce sont des services appartenant à la deuxième journée et appelés services coupés. Dans la rédaction, on sépare les deux parties du service par un trait horizontal.

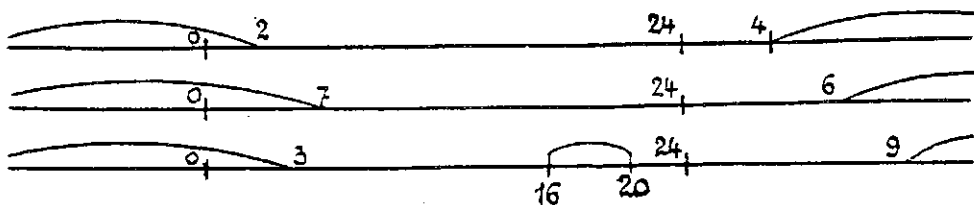
$$\text{Service } n \left\{ \begin{array}{l} \text{Prestation de 1 à 8} \\ \text{Prestation de 23 à 4} \end{array} \right.$$

Dans le service I, les deux parties du service coupé appartiennent exceptionnellement à la même journée de 24 heures.

Le service II est un repos à la deuxième journée.

Le service III n'est pas un repos réglementaire. Comme la deuxième journée ne comporte aucune prestation, c'est un service blanc ou service d'alternement, de transition ou de compensation.

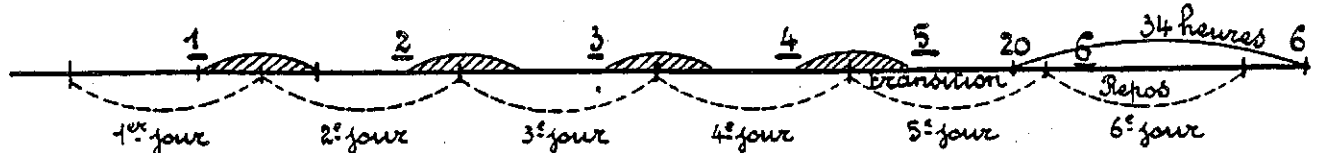
Des services tels que III comportant 15 heures de prestation au total, c'est-à-dire beaucoup plus que la prestation moyenne, doivent être compensés, c'est-à-dire qu'il doit y avoir des prestations inférieures à 8 heures, et même au besoin des services ne comportant pas de prestation du tout, alors que ce ne sont cependant pas des repos. Ce sont les alternements définis plus haut, lesquels n'ont d'ailleurs pas les mêmes limites extrêmes que les repos tout en ayant une durée comparable à celle des repos. Abs traction faite de toute idée de compensation, ils sont indispensables pour passer d'un service de nuit à un service de jour, à moins que l'on ne dispose d'une prestation de peu de durée pouvant être intercalée moyennant un intervalle d'au moins 12 heures en fin de journée (voir 3^e exemple). Exemples:



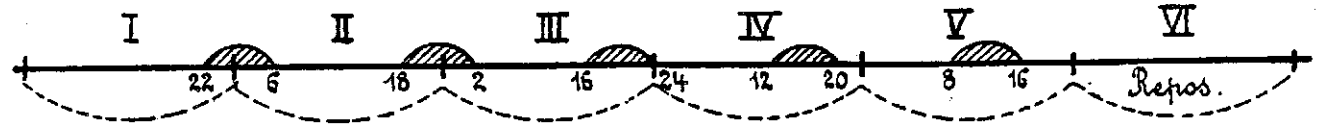
Car tels services donnent lieu à perte, et cette perte ne peut être regagnée qu'au moyen de prestations supérieures à 8 heures. Si l'on a par exemple des prestations de : 8 - 8 - 8 - 8 - 8 - 9 heures, la prestation moyenne est de $\frac{(5 \times 8) + 2 \times 9}{6} = \frac{5}{6}$ de 8 heures ou 6^h 40'.
 En ajoutant 1 heure à chaque prestation effective, on obtient les prestations : $\frac{5 \times 9 + 2 \times 9}{6} = 7^h 30' < 8$.

En résumé donc, l'alternement en transition sert à compenser la trop grande longueur des prestations effectives et à passer du service de nuit au service de jour.

Remarquons que le fait que l'on doit assurer des services de nuit exclusivement entraîne nécessairement l'existence de transitions, le repas devant nécessairement être assimilé à un service de jour. Exemple :



Au contraire si il existe des services de jour dans une série comprenant des services de nuit, il peut se faire que la transition soit évitée ; c'est le cas lorsque les prestations peuvent être disposées en ordre régressif de façon à passer insensiblement des services de nuit aux services de jour. Exemple.



51. Succession des prestations. Roulement. Les divers services comprenant des prestations de durée différente, étant plus ou moins assujettissants, effectifs ou non, il convient par mesure d'équité de faire assurer chacun de ces services successivement par les différentes équipes. Il est utile d'ailleurs que les équipes puissent au besoin se remplacer mutuellement, et pour que cela soit possible, il est nécessaire qu'elles soient habituées à chaque service, notamment par la connaissance des lignes c'est-à-dire celle des signaux, du profil et des particularités de chaque ligne ainsi que celle des horaires. Les moteurs et les équipes qui les desservent sont

ainsi amenés à effectuer successivement les mêmes services, ils peuvent alors être comparés entre eux au point de vue de la consommation et de l'usure.

Chaque personnel assure donc successivement les différents services ou tout au moins une partie d'entre eux: ceux qui, ainsi que nous l'avons vu, sont de nature telle qu'ils puissent être faits avantageusement au moyen d'un même type de locomotive, et qui sont groupés dans une même série.

Il y aura par exemple:

Série A = 6 services à voyageurs (Hbl type 8^{bis}).

Série J = 12 " " marchandises (Hbl type 32).

Série R = 6 " de manoeuvre de gare (Hbl type 51).

Les 6 services à voyageurs par exemple seront assurés par les 6 mêmes équipes; chacune d'elle assurera les 6 services successivement, puis les recommencera dans le même ordre. Ainsi, on aura la disposition suivante:

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche	Lundi
1 ^{er} Service	Personnel A	F	E	D	C	B	A	F
2 ^e "	B	A	F	E	D	C	B	A
3 ^e "	C	B	A	F	E	D	C	B
4 ^e "	D	C	B	A	F	E	D	C
5 ^e "	E	D	C	B	A	F	E	D
6 ^e "	F	E	D	C	B	A	F	E

C'est la succession régulière et circulaire de ces services qui s'appelle roulement.

Chapitre V. Du roulement des machines et du personnel roulant.

52. Généralités. - La confection des roulements comprend deux parties bien distinctes:

1) La formation des prestations, qui revient en réalité à la

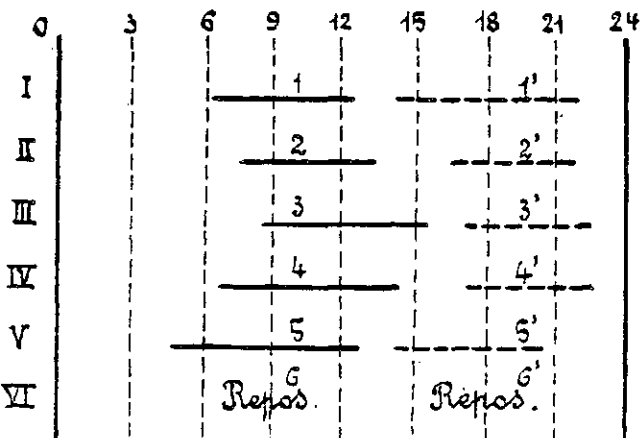
combinaison des trains. On groupe les trains en une suite de prestations dont on fixe le commencement et la fin et, par voie de conséquence, la durée.

2) L'agencement ou succession des prestations, de façon à former le roulement proprement dit.

Avant de savoir confectionner un roulement, il est logique d'approfondir à lire un roulement ou à le vérifier. La lecture et la vérification d'un roulement constitueront donc une étude préalable. Nous aurons en même temps à indiquer sous quelle forme, on dresse habituellement le roulement.

Nous aurons en vue ici à la fois le personnel et sa machine, et nous avons appris à distinguer à ce sujet les cas où l'on utilise une, deux ou trois équipes par machine. Suivant qu'à chaque locomotive sont attachées une, deux ou trois équipes titulaires, le roulement est dit en simple équipe (S.E.), en double équipe (D.E.) ou en triple équipe (T.E.).

Dans le roulement en simple équipe, le service du machiniste se confond avec celui de la machine. Dans le roulement en double ou triple équipe, deux ou trois personnels utilisent successivement la même locomotive. Dans la série en simple équipe, la locomotive est garée pendant les intervalles, soit environ pendant 16 heures en moyenne, les équipes travaillant 8 heures sur 24. On peut, après avoir créé une simple équipe, imaginer qu'on utilise la même machine au moyen d'une seconde équipe pendant les intervalles où elle est



disponible. Dans le graphique ci-contre, les traits pleins représentent les services d'une simple équipe, les traits pointillés figurent une simple équipe intercalée dans les intervalles de la première. Il faudra bien entendu en général que chaque équipe ramène la machine à l'endroit

où la co-équipe l'a abandonnée, sinon les deux équipes devraient se rendre haut-le-pied (hlp) de l'endroit où la locomotive est abandonnée jusqu'à la remise d'attache et vice versa. Cette condition étant réalisée, on voit que la double équipe s'obtient par la juxtaposition de deux simples équipes. On passe d'une manière analogue de la simple à la triple équipe. On ne peut aller plus loin dans cette voie, puisqu'il n'y a place que pour trois prestations de 8 heures dans une journée complète.

53. Comment on dresse un roulement. Le tableau de roulement contient tous les renseignements nécessaires à la détermination du service journalier de chaque machine et du personnel desservant.

Les renseignements peuvent être présentés de deux façons essentiellement différentes : sous la forme normale, employée à l'état belge, et sous la forme graphique, en usage notamment dans les compagnies françaises.

On peut détailler plus ou moins la description des divers services journaliers. Dans la forme la plus simple, on peut se borner à indiquer les trains ou les prestations sédentaires (manœuvres, plantons, réserves, etc) à assurer en donnant les numéros de ces trains ou la désignation des prestations ainsi que les heures de commencement et de terminaison de chaque prestation journalière, les heures de départ et d'arrivée des trains, et en ajoutant bien entendu la numérotation des services successifs.

Chaque service serait ainsi bien défini.

Mais on a jugé utile d'ajouter, pour la facilité et la rapidité de la lecture, de l'étude et de la vérification des roulements, d'autres renseignements plus détaillés, découlant d'ailleurs des précédents. Il est du reste pratique d'indiquer également les données de consommation et de parcours devant servir de base à la comptabilité et aux statistiques. Les tableaux de roulements peuvent ainsi revêtir une forme plus ou moins compliquée. Tout dépend du but que l'on veut atteindre. Il ne faut toutefois pas pousser la complication trop loin, au risque d'alourdir le roulement et d'en rendre la

la lecture malaisée. Il faut bien se pénétrer de l'idée que le tableau de roulement n'étant jamais parfait doit constamment servir de base à des études et à des remaniements, justifiés souvent d'ailleurs par les fluctuations incessantes du trafic, les variations des disponibilités en machines et en personnel, etc.

La question étant ainsi envisagée, l'on ne ferait figurer au tableau de roulement que les renseignements fondamentaux spécifiés ci-dessus, ceux-ci étant nécessaires et suffisants pour le but à atteindre, puisqu'ils permettent de définir le service d'une façon complète et précise.

On facilite cependant l'étude du roulement en y indiquant aussi la durée des prestations ainsi que celle des intervalles. On peut ainsi, comme nous le verrons plus loin, vérifier rapidement par le simple examen de la succession des prestations et des intervalles si les règlements sont observés, si le service est possible, si les éléments machines et personnels sont rationnellement et complètement utilisés, etc. On peut même, dans le but de pousser plus loin cet examen, ajouter les battements entre les trains.

En outre, il est des renseignements statistiques qui sont de la plus grande importance. Tel est le parcours journalier des machines, donnée dont nous montrerons en détail toute la portée, sans nous y arrêter davantage ici.

Dans la méthode adoptée par les chemins de fer allemands on fait encore figurer de nombreux autres renseignements. Dans cette méthode, la forme normale de l'état belge et le tableau graphique sont combinés, de sorte que le roulement ainsi conçu présente l'aspect le plus compliqué qu'il soit possible d'adopter.

Nous envisageons, en premier lieu, la forme adoptée par l'état belge, en considérant successivement une série en simple équipe, une série en double équipe et une série en triple équipe.

Nous donnons ensuite, à titre d'exemple et de comparaison, un roulement dressé sous la forme graphique, telle qu'elle est actuellement en vigueur aux chemins de fer d'Alsace et de Lorraine;

enfin nous ajouterons à titre documentaire un modèle de roulement en usage à l'état allemand.

Le tableau de roulement de l'état belge se présente sous la forme d'un tableau à double entrée. Dans les bandes horizontales, on lit la description des services successifs numérotés 1, 2, 3... ; dans chaque colonne se trouvent groupés les renseignements de même nature. On a donc dans la simple équipe la disposition schématique ci-après :

1						
2						
3						

antérieurement pour la double et pour la triple équipe, on inscrivait successivement les services relatifs à une même machine,

journée après journée, comme suit :

1						
1B						
2						
2B						

1						
1B						
1C						
2						
2B						
2C						

actuellement, pour plus de clarté, les services de chaque machine sont placés en regard l'un de l'autre. Exemples

1							1B						
2							2B						

1						1B						1C				
2						2B						2C				

On détache ainsi plus clairement les services successifs d'un même personnel, de même que le service journalier d'une même machine, et l'on s'achemine déjà vers la forme graphique.

En ce qui concerne la disposition des colonnes, l'on s'est arrêté à la forme ci-après :

1^{ère} colonne : numérotation des services.

2^{ème} colonne : numérotation des trains assurés.

3^e colonne : indication de la station de départ à gauche et de la gare d'arrivée à droite ou, s'il ne s'agit pas de trains, indication de la nature du service; repos, planton, réserve allumée, etc.

4^e colonne : heures de commencement du service et heures de départ des trains assurés, le cas échéant.

5^e colonne : heures d'arrivée des trains assurés éventuellement et heure de terminaison du service.

6^e colonne : durée de la prestation en semaine.

7^e colonne : durée de la prestation du dimanche.

8^e colonne : parcours journalier.

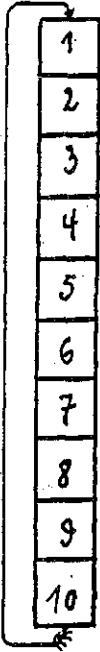
Considérons l'exemple suivant d'un roulement en simple équipe série J, locomotives type 37 de la remise de Louvain. (1)

Remise de Louvain														
Série J. Hbl type 37 (W) P. 14 kg. E.W.G.V.														
Prime spéciale : 4f30														
Simple équipe														
Lavage au service 1														
allocation brute : 32 kg														
1		⊗ ⊕ Repos					6	SD 6152	Louvain Kerlethal	3.45 3.45	11.42 12.20	9.37		110
								SD 6151	Kerlethal Louvain	20.30 21.20	2.58 4.28	8.8		110
									□ □ D Repos					
2	all 7038	Louvain Jemelle	6.30 7.30	13.3 14.3	7.55		12.0	7	SS all 7030	Louvain Jemelle	22.45 23.45	4.48 9.44	6.59	12.0
		Découcher							□ □ 5 transition					
3	all 6821	Jemelle Louvain	6.59 7.59	6.50 7.20	6.21		12.0	8	SD all 7031	Jemelle Louvain	13.44 14.44	20.30 21	7.16	12.0
		D alternement							□ □ □ □ D Repos					
4	SD all 7032	Louvain Libramont	8.13 9.13	8.11 9.11	8.58		152	9	all 7028	Louvain Libramont	13.21 14.21	20.26 21.26	8.5 8.5	152
		Découcher							□ □ □ □ D Repos					
	SD all 7029	Libramont Louvain	12.20 13.20	1.39 2.9	7.49		152							
		D Repos												
5		transition ⊕ ⊗						10	Libramont Louvain	7.9 8.9	13.48 14.18	7.9	7.9	152
									□ □ □ □ □ □					
									Total de la série			77.55	15.14	1308
									Occupation moyenne par journée de travail			8.00		
									Parcours moyen journalier					131

En principe et comme cela a été exposé dans un paragraphe précédent, le service de la locomotive se confond avec celui

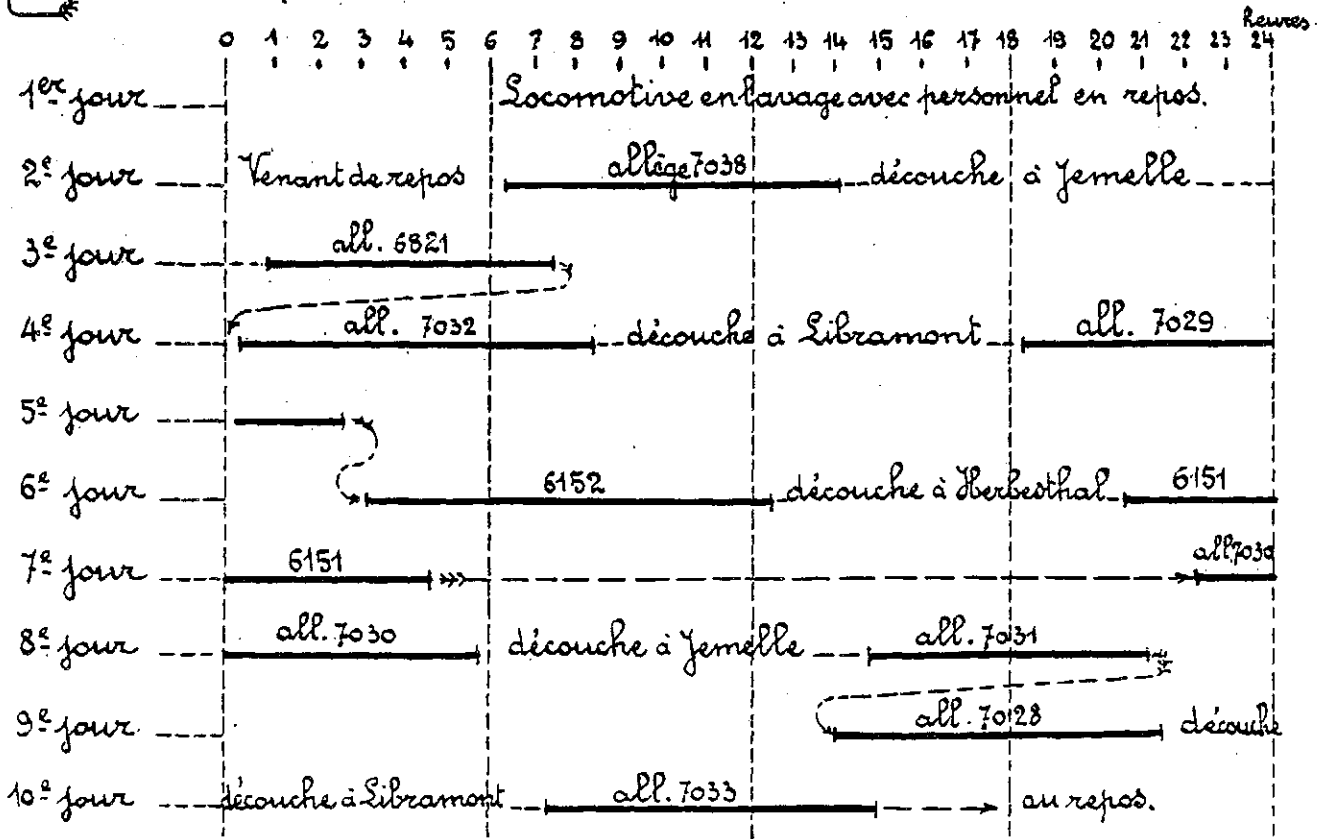
(1) Hbl = locomotive. - W = lettre caractéristique du tableau des charges (§ 28). - P = pression. - E.W.G.V. = train westinghouse, chauffage à la vapeur. - ⊗ = nettoyage complet. - ⊕ = passage des tubes. - □ = relais. - □ = lieu de chargement de combustible. - SD = supprimé le dimanche. - SS = supprimé le samedi. - □ = dimanche. - all. = allège.

du personnel dans le cas de la simple équipe. Dans l'exemple ci-contre comportant une série de 10 journées ou de 10 services (n° 1 à 10), une machine et le personnel qui la dessert assurent le service 1; une seconde locomotive avec son équipe, le service 2 et ainsi de suite jusqu'au service 10. Il en résulte, comme nous l'avons vu, que le roulement de la série exige l'emploi de 10 locomotives desservies par 10 personnels. En outre, il ne peut être question de charger journellement la même machine et le même personnel du même service; il s'ensuit que les éléments d'un service donné assurent le lendemain le service suivant de la série. C'est ainsi



que dans un cycle de 10 jours, la locomotive et l'équipe du service 1, passent successivement en 2, 3, 4...10, pour reprendre ensuite au service 1; ceux du service 2, passent successivement en 3, 4, 5...10, 1, pour recommencer le 1^{er} jour au service 2, et ainsi de suite. Il existe donc un roulement continu qui permet de conclure que pendant une période égale ou multiple du nombre de jours de la série en l'espèce 10. toutes les locomotives avec leurs équipes, auront, en principe, effectué une prestation identique.

La représentation graphique ci-après du roulement fera



ressortir clairement les services assurés tant par la locomotuse que par le personnel.

On remarquera, en passant que, pendant de nombreuses heures, les locomotives restent inutilisées, leur emploi étant limité par les heures de service du personnel, dont le maximum est fixé à dix (les traits noirs indiquent les prestations effectuées).

Passons maintenant au second exemple ci-après et relatif à une double équipe, série A, locomotive S10² de Bruxelles-Voidi.

Dans l'exemple considéré, chacune des six cases horizontales du tableau de roulement, numérotées 1 à 6, comporte un service-locomotive; la série complète comprend donc 6 services, nécessitant 6 locomotives, dont le roulement s'effectue comme dans la simple équipe, c'est-à-dire que la locomotive du service 1 (1^{re} journée), passe successivement aux services 2, 3, 4 et 6 (2^e, 3^e, 4^e, 5^e et 6^e journées) pour reprendre ensuite au service 1.

Série A. Hal S10 ² (X) P. 14 k. F.W.C.V.																	
Double équipe.																	
Crème spéciale fr. 5.10																	
Savage au n ^o 6. allocation brute de série: 20 kg.																	
1		Ⓡ plankton prépare Pl 2 ^{me}	11.30 17.30	17.30 18.20	6.50	6.50			1 ^{er}	2422 2437	Brux. m Brux. m.	quidrain Brux. m. □	5.48 6.49 9.19	7.39 11.24 11.30	5.42	5.42	160
										170 131	Brux. m. Brux. m.	Feignies Brux. m. ◇ □	23.45 6.20 4.47	2.31 6.21	6.36	6.36	160
2	112 109	relais 131 Brux. m.	6.21 8.20	9.54 13.19 14.30					2 ^{es}	1686 14595	Brux. M. Brux. M.	Saulxers Brux. M.	19.27 19.02 20.15	20.08 21.07			
		Feignies Brux. M. ◇	11.26	13.19 14.30	8.09	8.09	160				Ⓡ plankton libre 2 heures relais 8791		21.30 3.35	1.00 4.06 5.30	9.09	9.09	56
3	131 122	Brux. H. libre 2h Ⓡ Brux. M.	5.50 7.00	7.55					3 ^{es}	128 123	Brux. m. Brux. m.	Feignies Brux. m.	17.54 18.55	21.32 22.54 24.00	6.06	6.06	160
			11.40	12.36 14.30	7.00	7.00	102						27.05				
4	2478 2433	Brux. M. quidrain Brux. M. ◇	3.14 4.35	7.35 10.15 11.00					4 ^{es}	122 115 2600	Brux. M.	Feignies Brux. M. Bourrai d'équipe	12.00 13.0 15.29 18.42	14.36 17.05 20.11 21.00	9.00	9.00	242
5		Repos							5 ^{es}	2321 1603	Bourrai Brux. m.	Charleroi Brux. m. ◇	5.10 6.04 10.34	9.10 11.56 13.16	8.06	8.06	155
6	Ⓢ Ⓡ	Relais Relais 9033	11.00 13.00	12.00 15.00	4.00	4.00			6 ^{es}			Repos					
Etendue de la série														78.25	78.25	1355	
Prestation moyenne par journée de travail														7.51			
Cours moyen journalier																236	

Chaque case horizontale est divisée en deux parties, dont la 1^{re}, numérotée 1, présente la prestation ou service de l'une des deux équipes, et la 2^e, numérotée 1B, celle de la seconde.

Au fur et à mesure que la locomotive passe aux services-locomotives 2, 3, 4, 5 et 6, la première équipe assure successivement les prestations ou services n° 2, 3, 4, 5 et 6 et la seconde équipe ceux n° 2B, 3B, 4B, 5B et 6B.

La machine reprenant au service 1, après avoir desservi le n° 6, l'équipe qui a assuré la prestation-service 6 passe au n° 1B, pour continuer ensuite en 2B à 6B, tandis que le personnel, qui a terminé

1	1B
2	2B
3	3B
4	4B
5	5B
6	6B

la série en 6B, reprend au n° 1, pour poursuivre ses prestations en 2 à 6, et ainsi de suite. De cette façon, chaque personnel assure successivement 12 services différents pendant deux cycles de 6 services-locomotives.

Les principes étant posés, la lecture de la série en double équipe, donnée en exemple, est à faire: 1°) sous le rapport du service-locomotive;

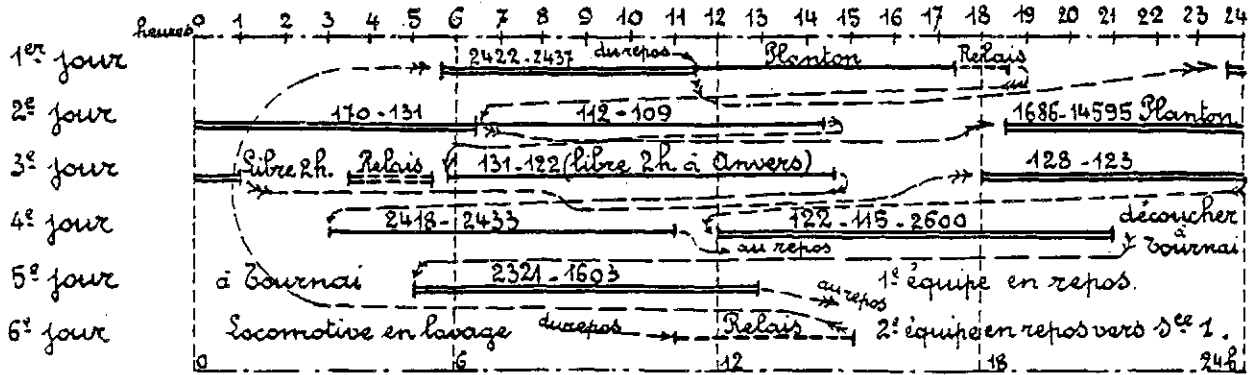
2°) sous le rapport du service personnel.

Contrairement à ce qui se passe dans la simple équipe, le service-locomotive doit être distingué du service personnel, parce que, comme il est spécifié plus haut, il y a 12 prestations personnel pour 6 services-locomotives.

Le graphique ci-dessous donne pour les 6 jours de la série le service de la locomotive (trait plein simple ou double).

Quant au service de chacune des deux équipes par locomotive, le travail de la première est figuré en trait simple (plein ou pointillé) et celui de la seconde en trait double (plein ou pointillé). En l'occurrence le trait pointillé indique les prestations sans moteur (relais, etc).

Pour la facilité de la compréhension, des flèches suivent la succession des services-personnel.



Il nous reste à considérer encore la lecture d'une série en triple équipe, laquelle, de façon générale, n'est usitée que pour les locomotives de manœuvre et dont le type usuel est donné, ci-après, par la série A de la remise de Bruxelles-Nord.

Remise de Bruxelles-Nord																																																																																																					
<u>Services des manœuvres.</u>																																																																																																					
Série R Hbl x 22 (A) P. 12 h. F.W.C.V.																																																																																																					
triple équipe . alternement journalier																																																																																																					
Lissage au service 6																																																																																																					
Prime spéciale fr. 1.00																																																																																																					
alloc. par km $R = 0,7$ 25 kg.																																																																																																					
1	man. de gare	7.00	15.00	8.00	1 ^{re}	man. de gare	15.00	23.00	8.00	1 ^{re}	man. de gare	23.00	7.00	8.00																																																																																							
2	id	7.00	15.00	8.00	2 ^{de}	id	15.00	23.00	8.00	2 ^{de}	id	23.00	7.00	8.00																																																																																							
3	id	7.00	15.00	8.00	3 ^{de}	id	15.00	23.00	8.00	3 ^{de}	id	23.00	7.00	8.00																																																																																							
4	id	7.00	15.00	8.00	4 ^{de}	id	15.00	23.00	8.00	4 ^{de}	id	23.00	7.00	8.00																																																																																							
5	id	7.00	15.00	8.00	5 ^{de}	id	15.00	23.00	8.00	5 ^{de}	id	23.00	7.00	8.00																																																																																							
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">Entretemps</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">(9913 fln lre</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">9914 lbn</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">9911 lbn</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">Δ flrv</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> </tr> </table>													Entretemps															(9913 fln lre															9914 lbn															9911 lbn															Δ flrv																												
	Entretemps																																																																																																				
	(9913 fln lre																																																																																																				
	9914 lbn																																																																																																				
	9911 lbn																																																																																																				
	Δ flrv																																																																																																				
6	repos				6 ^{de}	repos				6 ^{de}	repos																																																																																										

Comme nous l'avons vu également, pour la double équipe, le service journalier complet de chaque locomotive, desservi par 3 équipes, est indiqué dans une même case horizontale, divisée en trois parties, dont chacune indique la prestation des équipes se relayant successivement. C'est ainsi que pour le service 1, la première équipe (1) assure les manœuvres de gare de 7 à 15 heures, la 2^e (1B) les manœuvres de gare de 15 à 23 heures et la 3^e (1C), celles de 23 à 7 heures. Après ce travail, la locomotive passe au service 2 pour assurer un service identique à ses 3 équipes et ainsi de suite jusqu'au service 6, dont les éléments recommencent le lendemain, soit le 7^e jour, au service 1, avec cette restriction que pour rechercher l'alternement des prestations, l'équipe de personnel ayant assuré les services 1, 2, 3, 4, 5 et 6, passe ensuite aux services 1B, 2B à 6B pour continuer aux services 1C, 2C à 6C et reprendre enfin un nouveau cycle au service 1.

Cette façon de procéder permet de faire effectuer successivement par chacune des 18 équipes de la série, 1^o) cinq prestations de 8

(1) Δ = parcours à vide non numéroté.

Roulement N°2

Chemins de fer d'Alsace et de Lorraine

Types des trains: omnibus ----- 8 équipes.

Série des machines: 4 locomotives T17. Catégorie du service: service de route
desservies en double équipe

Légende:

- Trains -----
- Manœuvres -----
- Mach. isolée et double traction -----
- Réparation et remisage -----
- Réserve - secours -----
- Repos périodique -----
- Disponible à domicile -----
- Haut le pied -----
- Repos -----

Dépôt de Luxembourg.

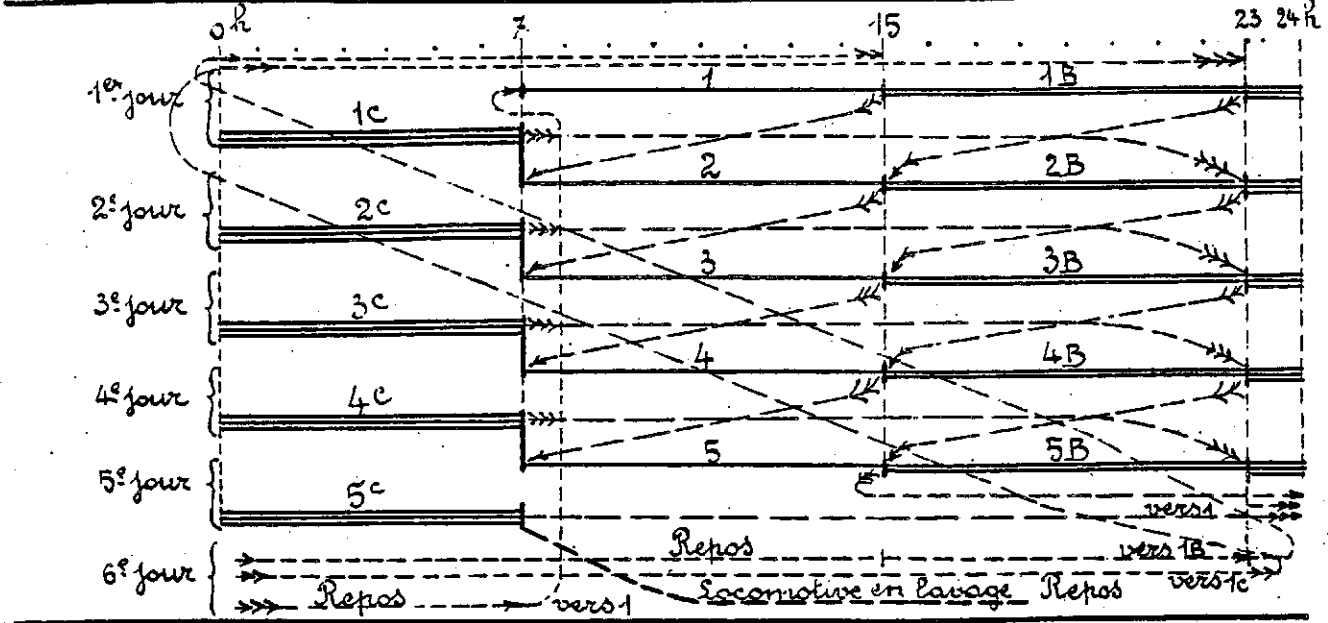
au Poste isolé

Jours																										Parcours journal		Total parcours	Travail				Amplitude		Repos			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	km	R.P. D. & Remise	Manœuvres km		km	Heure entrée repos consécutifs	Heure sortie repos consécutifs	Heure entrée travail	Heure sortie travail	Heure entrée repos consécutifs	Heure sortie repos consécutifs	Journalier à la résidence	Journalier hors la résidence	
1a																1657	Trains larges			1676						138		138	6 ³⁰			8 ⁴¹			15 ¹¹			
2a																					462					106		106	7 ²²	13 ⁵²		9 ³⁵	18 ¹⁶		16 ¹⁹			
3a																										-		-	4 ²⁰	18 ³²		4 ²⁰	22 ³⁶					
4a	++ ++																									115		115	6 ⁵²	24 ⁴⁹		6 ³²	29 ⁰⁸		13 ¹⁴	8 ⁰⁰		
1b																										115		115	6 ²⁸	31 ¹²		7 ¹⁸	36 ²⁶		15 ⁰⁹			
2b																										106		106	7 ⁰¹	38 ¹⁵		8 ¹⁹	44 ⁴⁵		16 ⁴⁵			
3b																										124		124	7 ³¹	45 ⁴⁴	6 ³²	9 ³⁵	54 ¹⁰	7 ⁴⁶				
4b																										704		704									46 ¹⁴	

1	1B	1C
2	2B	2C
3	3B	3C
4	4B	4C
5	5B	5C
6	6B	6C

heures de 7 à 15 heures (jour), 2°) cinq de 15 à 23 h (soir) et 3°) cinq de 23 à 7 heures (nuit), chaque groupe étant séparé, le 6^e jour, par un repos ayant respectivement une durée de 48, 48 et 24 heures.

Ce graphique schématique ci-après donne un aperçu concret du travail des machines et du personnel; la 1^e équipe étant représentée par un trait simple, la 2^e par un trait double et la 3^e par un trait triple.



Si la forme actuelle adoptée par l'état belge pour la rédaction des roulements, présente au début des difficultés de lecture assez grandes, elle a pour avantages de condenser les indications relatives à une série importante sur un espace restreint et d'être d'une correction facile ainsi que d'une exécution rapide.

Il est intéressant, à ces divers points de vue, de comparer cette forme à celle employée, de façon générale, par les compagnies de chemins de fer françaises, d'une part, et à celle adoptée par les directions de chemins de fer allemands.

Nous donnons page 176 un exemple de série en double équipe (trains de voyageurs) du dépôt du Luxembourg relevant des chemins de fer d'Alsace et de Lorraine.

Comme nous pouvons le remarquer, le roulement proprement

dit affecte une forme essentiellement graphique; ainsi présenté il est simple et, en principe, d'une lecture facile. Les diverses prestations, les intervalles, repos, etc, sont représentés, d'après une légende indiquée en tête du roulement, par une ligne caractéristique.

Contrairement à ce qui existe dans la méthode Etat belge, où le service journalier de la locomotive est indiqué de façon complète sur une ligne ou dans une case horizontale, dans le roulement qui précède, le service des deux équipes desservant la même locomotive figure sur deux traits différents, parfois très éloignés l'un de l'autre. C'est ainsi que le service de la machine du service 1 (1^{re} journée) est représenté en partie sur la 1^{re} ligne (1 a), et en partie sur la 5^e ligne (1 b).

Ajoutons que le travail de rédaction semble devoir être plus difficile avec la méthode considérée; la méthode en usage sur notre réseau nous paraît mieux se prêter aux fréquents remaniements occasionnés par les changements continuels qui sont apportés dans nos horaires.

Toutéanmoins, la forme graphique conserve le grand avantage d'être très "parlante", et pour cette raison elle convient bien, sinon pour la rédaction des roulements, tout au moins pour celle du tableau de service, c'est-à-dire pour l'exécution même du roulement. Nous reviendrons sur ce point.

Enfin, à titre d'exemple de la méthode en usage sur les chemins de fer allemands, nous donnons ci. contre la forme d'une série du roulement du dépôt de locomotives de Duisbourg.

Cette forme est plus compliquée que la nôtre, et d'une lecture certes moins aisée. Les corrections et les modifications en sont plus difficiles. Par contre, les renseignements y sont plus abondants et plus complets. Tout dépend d'ailleurs, comme nous l'avons vu, du but à atteindre, lequel peut être différent d'un réseau à l'autre.

54. Comment on vérifie un roulement. Il y a lieu de s'assurer avant tout que la numérotation des services successifs

1	2				3	4				5				6		7		8
	Nature du service		Parcours (5 ^{es} des trains)			Km	Durées du service		Durées de service		Repos		à compléter		Observations			
jour	de station	de station	de station	de station	Total		Manoeuvres - préparation et remisage en cas de retard	Intervalles à compter comme service	Durée de trajet par la locomotive	à la résidence	Kilom.	Heures	Minutages	Suppression des trains. Réparations aux délais réglementaires accordés pour préparation et remisage.				

Dépôt de machines I de Duisburg.

Service du trafic de Duisburg G.C.
 Tableau de service n°1 nécessitant 8 personnels et 5 locomotives P8
 dont 4 locomotives P8 avec double équipe et 1 locomotive P8 de réserve pour l'usage, entretien, etc.
 Station d'attache de Duisburg G.C.

A. Service des locomotives

1 locomotive commune par jour avec 5/6 jours de 5^{es} du personnel
 allocation pour 1000 locomotive/km. { combustible: 12,00 l
 graissage 23,50 kg
 huile pour optimiser à l'huile: 4 kg

1	2				3	4				5		6		7	8	
B. Service du personnel.	de station	de station	de station	de station		Total	Manoeuvres - préparation et remisage en cas de retard	Intervalles à compter comme service	Durée de trajet par la locomotive	à la résidence	Kilom.	Heures	Minutages			
1	83 Duisburg 11.46	Dortmund 11.52	54													
	266 Dortmund 1.36	Duisburg 3.24	54	5	18				12	44		108				
2	227 Duisburg 5.48	Dortmund 7.30	56				1	21								
	20 Dortmund 9.51	Oberrhausen 10.49	48													
	309 Oberrhausen 11.44	Dortmund 12.45	48													
	244 Dortmund 1.34	Duisburg 3.14	56	11	16				12	27		208				
3	244 Duisburg 5.31	Duiseldorf 6.12	23													
	347 Duiseldorf 8.45	Hagen 10.47	54			2										
	D81 Hagen 12.24	Duisburg 1.39	63	9	28			1	39			140	2a			
4/5	197 Duisburg 6.29	Cassel 7.10	260	6	13											
	198 Cassel 8.10	Duisburg 12.39	260	6	34	1			13	46		520	1a			
5	224 Duisburg 3.45	Coln Kff 4.59	62													
	L224 Coln Kff 7.20	Coln BB 8.25	30				30									
	L217 Coln B.B. 7.30	Coln Kff 7.34	30				30	1	05							
	217 Coln Kff 7.50	Crefeld 9.56	56													
	473 Crefeld 10.39	Duisburg 11.24	20	8	59				16	16		138	1a			
6/7	Réserve et manoeuvre de				10	20	10	20								
		5.00	à	2.00					10	54		100				
7	D81 Duisburg 1.44	Crefeld 2.06	20													
	D82 Crefeld 3.20	Hagen 5.05	83					1	34							
	397 Hagen 5.42	Dortmund 6.43	30													
	192 Dortmund 9.17	Oberrhausen 10.32	52													
	204 Oberrhausen 11.15	Duisburg 11.25	8	10	31				34	41		193				
8	Repos															
	Total				1307	68	39			123	21	7	23			

Service du dimanche

Dimanches	gce	K	R
1	1	-	-
2	8	K	R
3	7	-	-
4	6	K	R
5	5	-	-
6	4	-	-
7	3	K	R
8	2	-	-

Mensuellement
 $(68 \times 55 \times 30) - (19 \times 48 \times 4) + (4 \times 10 \times 4) = 250 \text{ h } 37 \text{ m}$

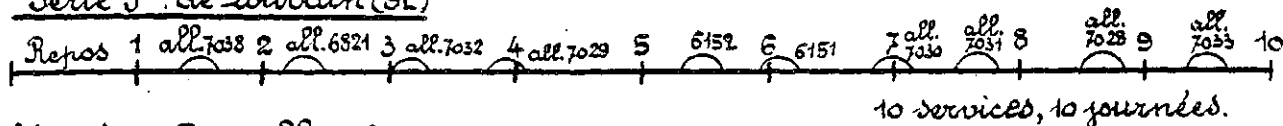
Travail de la locomotive moyenne mensuelle:
 $\frac{68 \times 39 \text{ m}}{5} = 411 \text{ h } 54 \text{ m}$

chaque personnel doit assister mensuellement une fois à la théorie au jour n°8.
 chaque locomotive est lavée 4 fois par mois par le personnel de la remise, au service 1 de 7 à 10.00.
 le service est assuré alors par la locomotive de réserve
 R = repos. K = service religieux.

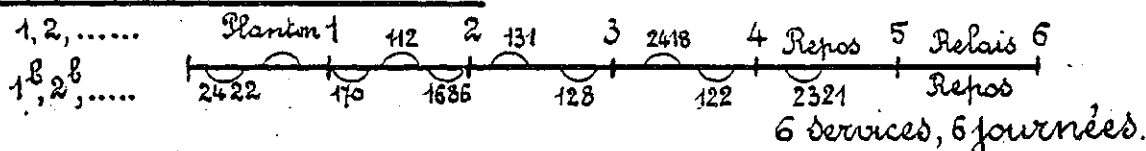
est convenablement faite, c'est-à-dire que chaque service est bien inscrit en regard du numéro de la journée où il commence, et que le nombre de services correspond bien exactement au nombre de journées d'utilisation du personnel et des machines. Ceci s'applique spécialement aux débutants, mais une erreur peut être commise par des agents habitués, surtout lorsqu'il s'agit de longues séries.

Il suffit, pour effectuer ce contrôle, de compter le nombre de fois minuit que l'on rencontre après chaque journée, jusqu'à la fin de la dernière. On peut aussi se servir de l'échelle graphique horaire sur laquelle chaque service est simplement indiqué; nous faisons ci-dessous l'application de cette méthode respectivement à la série J de Louvain (SE) et à la série A de Bruxelles-Midi (DE).

Série J de Louvain (SE)



Série A de Bruxelles-Midi (DE)



La forme graphique du roulement permet d'opérer cette vérification d'un simple coup d'œil.

Cette remarque étant faite, la vérification d'un roulement comporte deux parties distinctes:

- 1°) celle de l'emploi réglementaire du personnel machiniste et chauffeur et
- 2°) celle de l'utilisation des machines aux divers points de vue des prestations, des intervalles, des repos, des stationnements pour rasaillement, lavage, entretien, etc.

Nous vérifierons successivement les trois séries, respectivement en simple, double et triple équipes dont nous venons d'indiquer le mode de lecture.

A. Série J. Locomotive type 37 S.E. (page 171) 1°) Emploi du personnel. a) Délai de présence avant le départ. Le temps avant est fixé à une heure pour une locomotive type 37 dans les remises de Louvain, Jemelle, Herbesthal et Libramont. Il faut donc que le personnel soit présent 60 minutes avant l'heure de

départ obligés des trains. Cette condition est remplie aux services 2, 3, 4, 6, 7, 8 et 9, c'est-à-dire à tous les services de route.

b) délai pour remisage après l'arrivée à destination. Le temps après a également été fixé, dans les remises considérées, à une heure environ pour la locomotive type 37. Il faut donc que le personnel reste en service 55 à 60 minutes après l'heure d'arrivée obligée du train pour assurer les diverses opérations à la rentrée qui composent le temps après.

Cette condition est remplie dans les services 2, 4 (1^{re} partie), 7 et 9. Elle ne l'est pas dans les services 3 (30' après l'arrivée à Louvain), 4 (2^e partie, 30' après l'arrivée à Louvain), 6 (38' après l'arrivée à Herbesthal et 30' après la rentrée à Louvain), 8 et 10 (30' après l'arrivée à Louvain).

Si le délai prévu d'une heure avait été appliqué pour ces derniers services, la prestation totale de la série aurait été majorée de $5 \times 30 + 1 \times 22 = 2^h 52$, ce qui aurait eu pour conséquence de fixer la prestation journalière moyenne de la série à plus de 8 heures. En effet, celle-ci atteint déjà 8^h00 avec les délais réduits précités. Pour parer à cette difficulté, force est de faire intervenir des équipes de relais dans les services considérés. Le personnel est remplacé ou relayé à son arrivée à la remise, c'est-à-dire après avoir effectué le parcours de la station au dépôt, ce qui demande, en tenant compte des retards normaux, un délai de 30' en moyenne. Le relais permet donc, dans le cas présent, de ramener la prestation moyenne à son maximum réglementaire, alors que le plus souvent il est utilisé pour ne pas dépasser la prestation maximum autorisée, c'est-à-dire 10 heures. Les relais sont indiqués au tableau de roulement par le signe caractéristique □.

c) Prestation maximum de 10 heures. - Aucun service prévu ne dépasse la durée maximum admise de 10 heures.

d) Intervalles entre les divers services. (au minimum 12 heures à la résidence et 8 heures dans les dépôts étrangers).

à la résidence (Louvain en l'occurrence), les intervalles

-122-

atteignent respectivement $16^h 53$ (services 3 à 4), $24^h 34$ (services 4/5 à 6), $18^h 47$ (services 6 à 7) et $16^h 21$ (services 8 à 9). En dehors de la résidence à Gemelle, Hœrbesthal et Libramont, ils sont respectivement de $10^h 56$ (services 2 à 3), $9^h 09$ (services 4, 1^e partie à 2^e partie), $8^h 00$ (services 6, 1^e à 2^e partie), $8^h 00$ (services 7 à 8), $9^h 43$ (services 9 à 10).

Ils sont donc réglementaires et, dans la plupart des cas, dépassent sensiblement les délais prévus par les règlements.

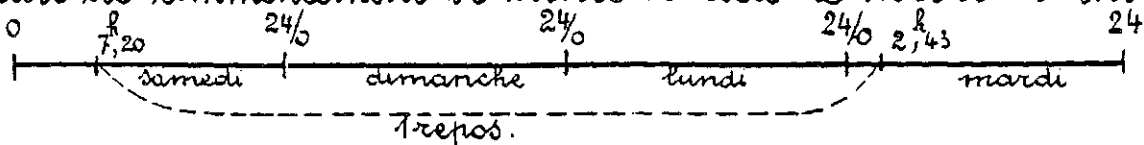
e) Durée et examen des repos. - Pour être réglementaire, le repos doit compter au moins 34 heures, comprendre deux fois minuit, commencer au plus tard la veille à 20^h et finir le lendemain au plus tôt à 6 heures.

La série J comprend un repos régulier au service 1. - Il commence la veille (au service 10) à $14^h 18$, pour se terminer au service 2 à $6^h 30$. Son amplitude totale, qui réunit toutes les conditions précitées, atteint donc $9,42 + 24 + 6,30 = \underline{40^h 12}$.

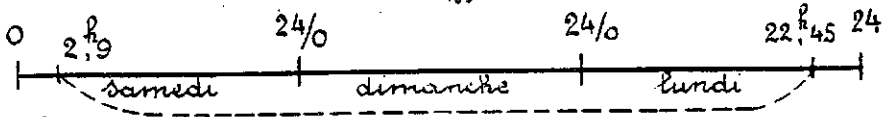
La série comprend encore 1 repos le samedi et 3 le dimanche, comme conséquence de la suppression de trains (services 2, 4, 6 et 8). Pour être admissibles, ils doivent comporter une durée minimum de 34^h , commencer la veille au plus tard à 23^h et finir le lendemain au plus tôt à 5 heures.

En l'occurrence, le repos du dimanche du service 4, commence le samedi à $7^h 20$, pour se terminer, par l'intercalation de la transition au service 5, le mardi à $2^h 43$, c'est-à-dire qu'il a une amplitude de $16,40 + 24 + 24 + 2^h 43 = 67^h 23$.

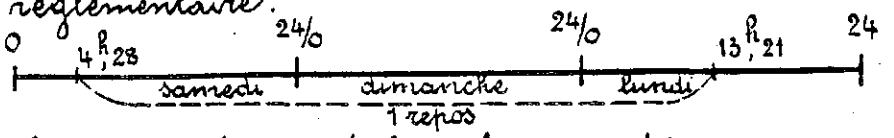
Bien que comportant 3 fois minuit, il ne peut être question de faire compter cet intervalle considérable pour 2 repos, parce que l'heure de commencement de service a lieu le mardi avant 5^h.



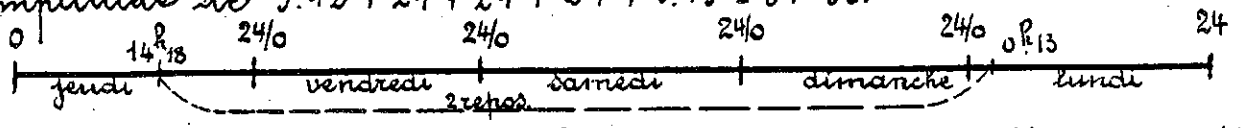
Le repos du dimanche du service 6 prend cours le samedi à $2^h 9$, pour se terminer le lundi à $22^h 45$, soit une amplitude de $21,51 + 24 + 22,45 = 68^h 36$, qui ne peut compter également que pour 1 repos, parce qu'il ne comporte que 2 fois minuit.



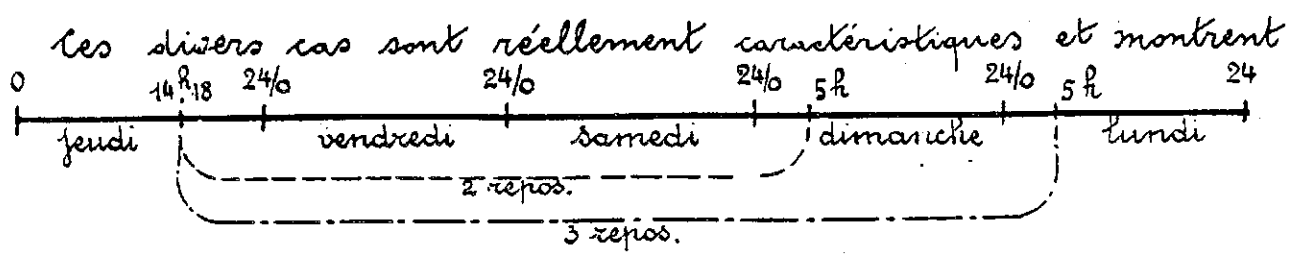
Le repos du dimanche du service 8 s'étend du samedi à 4^h 28 au lundi à 13^h 21, soit sur une durée de 19^h 32 + 24^h + 13^h 21 = 56^h 53. Il est donc réglementaire.



Enfin, il nous reste à vérifier les conditions du repos accordé le samedi au personnel du service 2. celui-ci est précédé par le repos régulier du service 1 et suivi le dimanche par la transition du service 3, le personnel recommençant son service le lundi au service 4 à 0^h 13. Les deux repos consécutifs s'étendent donc sur la période commençant le jeudi à 14^h 18 jusqu'au lundi à 0^h 13, soit une amplitude de 9.42 + 24 + 24 + 24 + 0.13 = 81^h 53.



Bien que comportant 4 fois minuit, cet intervalle ne peut compter pour deux repos, parce que le 3^e ne serait pas réglementaire, attendu que le personnel recommence avant 5 heures, après le 4^e minuit. Pour fixer les idées, le 2^e repos consécutif aurait été réglementaire si, en vertu des nécessités du roulement, le personnel avait dû recommencer le dimanche à 5 heures, soit après un délai de 9.42 + 24 + 24 + 5 = 62^h 52. De même le 3^e repos consécutif aurait été admissible si le personnel, au lieu de devoir reprendre son service à 0.13, avait recommencé à 5h., soit après une interruption de service totale de 9.42 + 24 + 24 + 24 + 5 = 86^h 42.



Ces divers cas sont réellement caractéristiques et montrent les différentes formes sous lesquelles plusieurs journées de liberté consécutives peuvent être considérées comme des repos distincts. Cette question peut se résumer par la formule suivante:

Une période comportant n fois minuit comprend n-1 repos,

pour autant que le 1^{er} commence la veille à 20 heures au plus tard, s'il s'agit d'un repos régulier, et à 23 heures au plus tard pour un repos résultant d'une suppression de train et que le dernier finisse le lendemain au plus tôt à 5 heures, s'il est la conséquence de la suppression d'un train, et à 6 heures, s'il s'agit d'un repos régulier. La durée totale de ces (n-1) repos sera donc : $34 + (n-2) \times 24$ heures. Il est à remarquer que les repos doivent être normalement isolés et que l'on doit considérer comme exceptionnel le fait que deux repos se suivent, et a fortiori que plus de deux repos se suivent.

f) Répartition des repos. Il est prescrit que les 59 repos dont doivent jouir annuellement les agents des trains doivent être répartis aussi régulièrement que possible. Il en résulte qu'en accordant un repos tous les 6 jours, cette condition est remplie de la façon la plus parfaite, attendu que les intéressés disposent ainsi de $365 : 6 = 60$ repos très approximativement. Dans la série J de Souvain, chaque personnel jouit régulièrement d'un repos tous les dix jours, et de repos supplémentaires le samedi ou le dimanche, 4 fois sur 10. Il faut admettre pareille répartition comme, aussi équitable et admissible que le permet l'organisation du service.

g) Nombre de repos. A raison de 59 jours de repos par an, les 10 personnels de la série J doivent pouvoir jouir, au total, de $59 \times 10 = 590$ repos.

Cette série présente un repos journalier (service 1), soit 365 jours par an, plus 1 repos le samedi et 3 le dimanche, ce qui, avec les jours fériés assimilés, représente annuellement $4 \times 59 = 236$, soit au total 601 repos, c'est-à-dire 60 par personnel, chiffre supérieur aux prescriptions réglementaires.

Dans le cas qui nous occupe, la formule ci-dessous est d'application :

$$\frac{365 \times R + 59 \times D}{59} \text{ doit être égal à, ou plus grand}$$

que N.

N = nombre total des personnels de la série;

R = .. des repos réguliers de la série;

D = .. des repos hebdomadaires résultant de la suppression

de trains.

h) Prestation moyenne journalière. En principe, aucun roulement ne peut prévoir une prestation moyenne journalière supérieure à 8 heures, en envisageant une période de 3 semaines consécutives.

Dans le cas qui nous occupe, et en vue de simplifier la vérification, nous considérerons la prestation totale journalière de 10 services de la série, soit $77^h.55$ pour les jours ouvrables et $15^h.14$ pour les jours de suppression de trains (samedi, dimanche et jours fériés).

La prestation totale pour les 9 personnels travaillant pendant 306 jours ouvrables sera donc égale à $77^h.55 \times 306$, et celle pour les 5 personnels travaillant les 59 autres, $15^h.14 \times 59$, soit au total 24740 h. En divisant ce nombre par $9 \times 306 + 5 \times 59$, nous obtenons la prestation moyenne journalière de $\frac{24740}{9 \times 306 + 59 \times 5} = 8^h.00$, c'est-à-dire égale à la moyenne autorisée.

Le calcul dérive de la formule générale:

$$\frac{P \times 306 + P' \times 59}{N \times 306 + N' \times 59} = \text{prestation moyenne, dans laquelle}$$

P = prestation totale de la série par jour ouvrable;

P' = prestation totale de la série les dimanches ou jours assimilés;

N = nombre de personnels en service les jours ouvrables;

N' = " " " " " les dimanches ou jours assimilés.

i) absence totale de la résidence pendant une période de 30 jours.

Cette absence ne peut, en vertu de prescriptions réglementaires, dépasser 340 heures par mois.

La série J de Louvain comprend 5 absences de la résidence d'une durée respective de $24^h.50$, $25^h.56$, $25^h.45$, $22^h.15$, et $24^h.57$.

La dernière est régulière, les 4 autres étant supprimées 1 fois par semaine, c'est-à-dire au minimum 4 fois par mois.

La durée totale mensuelle des absences afférentes à l'ensemble des six personnels de la série s'élève donc à $(24^h.50 + 25^h.56 + 25^h.45 + 22^h.15) \times 26 + 24.57 \times 30 = 3317$ heures, ce qui représente une absence de 332^h au maximum par personnel, nombre qui est inférieur à la norme admise.

j) Nombre moyen des prestations hebdomadaires effectuées par

les personnels. En principe, chaque personnel ne doit effectuer par semaine que 6 prestations, séparées soit par des repos à domicile, soit par des décauchers.

Dans la série considérée, il existe 2 prestations régulières (365 par an) et 8 supprimées le samedi ou le dimanche (306 par an).

Le nombre total des prestations effectuées annuellement par l'ensemble des personnels de la série s'élève donc à:

$$2 \times 365 + 8 \times 306 = 3178, \text{ ce qui représente}$$

$$\frac{3178 \times 7}{365} = 6 \text{ prestations environ par semaine,}$$

De ce qui précède, on peut conclure que la série J de Louvain peut être admise intégralement telle qu'elle existe, au point de vue de l'emploi du personnel.

2°) Utilisation des locomotives. Sa vérification doit porter, en ordre principal, sur les points détaillés ci-après:

a) Lavage périodique de la chaudière: un lavage est prévu régulièrement au service 1, soit une opération par 10 jours, après un parcours de 1305 km. Tenant compte de la qualité des eaux d'alimentation des lignes parcourues, du type de moteur et des longs stationnements de la machine à la remise d'attache, où éventuellement, un lavage sommaire pourrait être effectué sans inconvénient, on peut admettre que la seule opération prévue est suffisante, d'autant plus que la machine stationne au service 1 pendant près de 40 heures à son point d'attache.

b) La durée des intervalles entre les divers services est-elle suffisante pour assurer un entretien convenable du moteur à la remise propriétaire? Il s'agit d'une série en simple équipe, qui permet normalement d'effectuer l'entretien courant un jour sur deux au point d'attache.

c) Les battements sont-ils suffisants pour permettre en temps opportun le ravitaillement en combustible? Oui. - Voir § b.

d) Les stations de départ et d'arrivée possèdent-elles une plaque-tournante d'un diamètre suffisant pour permettre le virage des locomotives type 37? Oui.

e) La circulation de ce type de moteur lourd est-elle autorisée sur les lignes considérées ? oui.

f) La puissance de la machine type 37 est-elle en rapport avec les charges à remorquer ? oui, en simple traction, entre Louvain et Herbesthal, et en double traction entre Louvain et Libramont.

En résumé, rien d'anormal n'est à relever en ce qui concerne l'utilisation rationnelle des locomotives de la série J de Louvain.

B. Série A. Locomotives S10² (DE.) de Bruxelles-Midi.

Série A. Hbl S10² (X) P14kg F.W.C.V.

D. & Essage au service 6

Prime spéciale fr. 5.10

all. brute de série : 25 kgs.

Série A. Hbl S10 ² (X) P14kg F.W.C.V.																	
D. & Essage au service 6																	
Prime spéciale fr. 5.10																	
all. brute de série : 25 kgs.																	
1	Ⓣ	Blankon prépare hbl 2 ^h	11.30 17.30	17.30 19.20	6.50	6.50			1 ^h	2422 2437	Brux. M.	quievrain Brux. M.	5.48 6.49 9.14	8.46 11.26 11.30	5.42	5.42	160
										170 131	Brux. M.	Feignies Brux. M.	23.45 20.18 4.47	2.31 6.21	6.36	6.36	160
2	□	131 112 109	Brux. M.	Feignies Brux. M.	6.21 8.20 11.26	9.54 13.19 14.30	8.09	8.09	160	1686 14595	Brux. M.	Baulers Brux. M.	17.27 19.03 20.15 21.30	20.04 21.07 1.00	9.09	9.09	56
										Ⓣ	Blankon libre 2 h						
											□ 8791		3.45	4.05 5.30			
3		131 122	Brux. M.	Amers C libre 2 h Brux. M.	5.28 7.00 11.43	7.55 12.36 14.50	7.00	7.00	102	123	Brux. M.	Feignies Brux. M.	17.44 18.45 21.05	20.32 22.54 24.00	6.16	6.16	160
4		2418 2433	Brux. M.	quievra. Brux. M.	3.14 4.16 7.56	7.08 10.15 11.0	7.46	7.46	160	122 115 2600	Brux. M.	Feignies Brux. M. Zouvenai de	12.00 15.00 15.29 18.40	14.36 17.03 20.11 21.00	9.00	9.00	242
5		Repos							5 ^h	2321 1603	Zouvenai	Charleroi Brux. M.	5.10 6.04 10.35	9.10 11.56 13.16	8.06	8.06	155
6	ⓧ Ⓣ	Relais							6 ^h	repos							
		□ 9033			11.00 13.00	13.00 15.00	4.00	4.00									
Totaux de la série													78.34	78.34	1355		
Oretation moyenne par jour de travail													7.51				
Parcours moyen journalier															226		

10) Emploi du personnel. a) Délais de présence avant le départ.
 Ces délais sont variables et dépendent, en ordre principal, des nécessités du service de l'exploitation qui, à Bruxelles-Midi, selon la nature

des trains, les difficultés d'admission des locomotives en gare, etc, a fixé pour chaque convoi un battement spécial pour la locomotive entre l'heure de mise au signal de sortie de la remise et le moment de départ obligé du train. Il en résulte que les délais considérés varient entre 33 et 70 minutes.

b) Délais pour remisage après l'arrivée. Mêmes considérations que ci-dessus (3 a).

L'intervention de personnels spéciaux de relais ne se justifie pas, la desserte en double équipe des moteurs permettant aux deux équipes de se relayer entre elles.

c) Observance de la prestation maximum de 10 heures. La durée des diverses prestations varie entre 4 et 9^h 09.

d) Durées des intervalles entre les divers services. Les intervalles à la résidence atteignent respectivement 12^h 01 (1-2), 15^h 20 (2-3), 12^h 24 (3-4), 14^h 48 (6-1 B), 12^h 15 (1 B entre 1^e et 2^e parties), 12^h (1 B - 2 B), 12^h 14 (2 B - 3 B), 12^h (3 B - 4 B) et hors de la résidence, 8^h 10 (4 B - 5 B, décrocher à Courmoult).

Comme il s'agit de trains de voyageurs, observant leurs horaires, en principe, ces délais sont réglementaires et suffisants.

e) Durée et examen des repos. Les repos réguliers, prévus respectivement aux services 5 et 6 B, ont une amplitude respective de 48 et 45^h 54 et sont réglementaires.

f) Répartition des repos. Deux repos en douze jours, le 1^{er} le 5^e jour et le second le 12^e, soit alternativement après 4 et 6 jours de travail.. Situation normale.

g) Nombre de repos. A raison de 2 repos réguliers par jour, soit 730 par an, chaque personnel dispose de $730 : 12 = 61$ jours de repos annuels en moyenne, c'est-à-dire un nombre supérieur au nombre présent.

h) Prestation moyenne journalière. Tous les services de la série A de Bruxelles-Midi étant réguliers et la prestation totale atteignant 78^h 34 pour 10 personnels en service, la prestation moyenne journalière atteint $78.34 : 10 = 7^h 51$ et est normale.

i) absence totale de la résidence pendant une période de 30 jours.

-189-

En l'occurrence, l'absence de la résidence peut être considérée comme étant équivalente à la prestation plus un déoucher de 8^h10 à Tournai. Le nombre de jours de service mensuel étant de 25 et la prestation moyenne journalière de 7^h51, l'absence totale du mois s'élève à $7.51 \times 25 + 8.10 = 225^h.25$, c'est-à-dire un taux très inférieur au maximum autorisé de 340 h.

j) Nombre moyen de prestations hebdomadaires. Le personnel de la série A de Bruxelles-Midi assure, en 12 jours, 11 prestations (deux repos à déduire, un service double au service 1 B à ajouter). Cette situation peut être considérée comme normale.

2) Utilisation des locomotives. a) Lavage périodique de la chaudière. Un lavage tous les 6 jours, après un parcours de 1355 km en service à voyageurs, suffisant malgré les eaux médicées de Bruxelles-Midi.

b) Entretien du moteur. Malgré la desserte en double équipe, la locomotive, rentrant journellement à son point d'attache, peut subir régulièrement tous les travaux d'entretien nécessaires.

c) Battelements pour ravitaillements. Suffisants.

d) Dimensions des plaques-tournantes des stations d'arrivée. Suffisantes.

e) Circulation du moteur lourd S10². Autorisée sur les lignes parcourues.

f) Puissance et catégorie de la locomotive S10² sont-elles en rapport avec la charge à remorquer et la nature des trains de marchandises ?

Sauf au service 2 B, qui comprend un train omnibus précédant un service de plankton, tous les autres convois nécessitent l'utilisation d'une locomotive puissante et à grande vitesse de la catégorie S10².

En résumé, la série A de Bruxelles-Midi réunit, sous tous les rapports, les conditions voulues.

C. Série A. Locomotivestype 22 en triple équipe de Bruxelles-Nord.

Emploi du personnel et de la locomotive. La vérification de cette série ne présente aucune difficulté... Les 3 personnels se relayant sur la locomotive par période de huit heures, après

Série R. Flot t 22 (H) P 12 kg F.W.C.V., triple équipes.

lavage 1^{er} 2^e 6

Prime spéciale fr. 1.

allocation brute de série 30 kg.

1	man. de gare	7.00	15.00	8.00	1 ^{er}	man. de gare	15.00	23.00	8.00	1 ^{er}	man. de gare	23.00	7.00	8.00
2	id	7.00	15.00	8.00	2 ^e	man. de gare	15.00	23.00	8.00	2 ^e	man. de gare	23.00	7.00	8.00
3	id	7.00	15.00	8.00	3 ^e	id	15.00	23.00	8.00	3 ^e	id	23.00	7.00	8.00
4	id	7.00	15.00	8.00	4 ^e	id	15.00	23.00	8.00	4 ^e	id	23.00	7.00	8.00
5	id	7.00	15.00	8.00	5 ^e	id	15.00	23.00	8.00	5 ^e	id	23.00	7.00	8.00
											9913 fln por	0.49	1.45	
											9914 fln	2.13	2.27	
											9911 lbx	2.35	2.50	
											Δ fln	3.00	3.30	
6	⊗ ⊕ repos				6 ^e	repos				6 ^e	repos			

laquelle ils sont libres pendant 16 heures.

Étant en repos tous les 6 jours, il en résulte que ces agents peuvent être comparés, en tous points, au personnel sédentaire des ateliers, dont les relais s'effectuent par équipes.

Les intéressés assurent chacun $306 \times 8 = 2448$ heures de travail par an, disposent de 59 jours de repos et alternent régulièrement pour effectuer successivement un service de jour, de soir et de nuit.

Quant à la locomotive de manœuvre, dont l'entretien est minime, elle rentre le 6^e jour pour 24 heures à la remise, qui effectue éventuellement pendant cette immobilisation le lavage de la chaudière et les travaux de réparation nécessaires.

En ce qui concerne le ravitaillement en eau, combustible et matières de graissage, il s'effectue pendant les stationnements en gare ou bien le personnel profite des suppressions momentanées des manœuvres pour rentrer à cette fin à la remise. De façon générale, ces opérations s'effectuent méthodiquement, d'après un plan établi d'avance et auquel il n'est dérogé qu'accidentellement.

55. Comment on forme les prestations. Principes généraux.

Il convient, pour chaque prestation, tant de la machine que du personnel, de s'inspirer des deux principes ci-après :

a) Les trains, compris dans chacune des prestations d'une série doivent être choisis de façon telle que le type de moteur soit

approprié au profil de la ligne, ainsi qu'aux vitesses et aux charges de façon que la puissance de la locomotive soit utilisée aussi complètement que possible et sur la plus grande partie du parcours. A cet effet, le réseau et les lignes doivent être subdivisées en sections distinctes suivant leur profil, chaque partie ayant autant que faire se peut, son propre régime de remorque.

Il suit de là que si l'on veut utiliser aussi complètement que possible la puissance des locomotives, le travail de groupement des trains en prestations doit être précédé du choix du remorqueur à désigner pour chaque train, car les trains constituant une même prestation sont nécessairement tractionnés par une même machine. Nous avons indiqué dans un chapitre précédent les données sur lesquelles est basé le choix du remorqueur. Ce choix étant fait pour chaque train entraîne le classement des différents trains à assurer en séries différentes suivant le type de remorqueur choisi. On procède ainsi à un premier groupement des trains et l'on n'aura à agencer entre eux que des trains pour lesquels on a fait choix du même type de remorqueur.

Ce premier groupement n'est toutefois pas absolu. Si l'on devait pour chaque train désigner le remorqueur convenant le mieux tant sous le rapport de la charge que de la vitesse, et même des autres éléments qui interviennent dans ce choix, on serait souvent amené à prévoir un grand nombre de machines de types différents. Or, la multiplication des types de locomotives est à éviter dans une même remise, le nombre de ces types doit être réduit à sa plus simple expression; plus le nombre de types en service est grand, en effet, plus le rendement du personnel d'entretien est faible, plus il faut de pièces de rechange, en un mot plus le service est compliqué et dispendieux. Les nécessités de l'effectif peuvent d'ailleurs s'opposer à cette multiplication des types, et il convient de rester dans des limites raisonnables, même s'il faut faire quelques sacrifices sur l'utilisation de la puissance, ou sur l'adaptation des moteurs aux régimes

de vitesses et de marche des trains à assurer, au profil, etc. Les raisons seraient encore plus accentuées s'il s'agissait de prévoir des types nouveaux à commander.

On est donc amené à réduire le nombre de types de remorqueurs à quelques types bien caractérisés, nettement différents, car s'ils se rapprochaient comme caractéristiques, il y aurait intérêt à sacrifier la question de puissance à celle de simplification. On choisit les types dont l'utilisation normale est la plus étendue, et l'on applique le principe „ qui peut le plus peut le moins „ en retenant qu'il vaut mieux un moteur en sous-charge qu'un moteur surchargé, un moteur en légère sous-charge travaillant très économiquement et possédant une certaine réserve pour les éventualités.

Le premier groupement étant effectué, on peut même reconnaître par la suite la nécessité de faire passer certains trains d'un groupe dans l'autre au prix d'un certain manque d'adaptation du moteur, à condition bien entendu qu'il n'en puisse pas résulter d'inconvénients sérieux dans le service. Les modifications sont souvent nécessaires pour réaliser des combinaisons économiques dans les roulements, pour éviter par exemple de longs stationnements, des détachers, des parcours haut-le-pied, des parcours à vide, etc. Un moteur utilisé par exemple à l'aller à un train de voyageurs reviendra avec un train de marchandises ; parfois d'ailleurs ce mode d'utilisation est normal, lorsqu'il s'agit de machines mixtes, question de puissance mise à part.

En résumé, les principes d'économie qui nous occupent peuvent parfois conduire à des conditions contradictoires entre lesquelles il faut savoir faire un choix judicieux.

b) On doit faire assurer à chaque personnel et à chaque moteur - en restant bien entendu dans les limites admissibles des prestations - un parcours utile aussi grand que possible, moyennant la dépense la plus faible en tenant compte des nécessités de l'entretien et du ravitaillement des machines ainsi que des échanges de personnel.

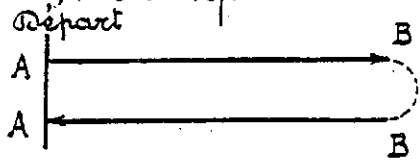
Dans cet ordre d'idées, nous avons vu qu'il convient de chercher à réduire au minimum les battements ou stationnements entre deux trains. De même, il y a lieu d'éviter autant que possible les parcours haut-le-pied (personnel sans machine) et les parcours à vide (personnel avec machine). Ces derniers donnent lieu à la dépense improductive la plus élevée. Aussi convient-il, dans chaque cas, d'en faire une étude spéciale, dans le but de chercher à les supprimer complètement.

Tenant compte de ces prescriptions fondamentales, nous avons maintenant, dans chaque groupe ou série, à combiner la remorque d'un certain nombre de trains de façon à constituer autant de prestations séparées. Ces combinaisons doivent, en principe, ramener la machine et le personnel à leur point de départ.

Plusieurs cas peuvent être envisagés sous ce rapport :

1°) Une ligne seulement est desservie, et on fait un voyage aller et retour (trains de la même catégorie). Exemple :

4	2418	Brux. M.	Quiérs.	3.14	7.09			
	2433		Brux. M.	4.16	7.56	7.46	7.46	160
				7.56	10.15			
					11.0			



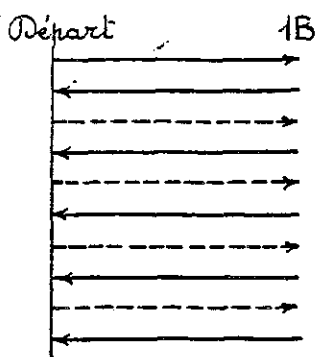
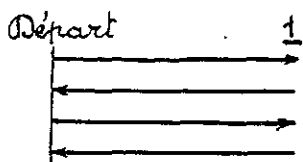
2°) Une ligne seulement est desservie, mais plusieurs voyages aller et retour sont faits successivement (trains de même catégorie). C'est ce qu'on appelle un "service de navette".

Quand, comme dans l'exemple ci-après, ces voyages sont échelonnés sur une durée de 24 heures, c'est-à-dire sur l'amplitude d'une journée entière, pareil service de navette peut être assuré économiquement par une seule prestation-locomotrice, le moteur étant desservi en triple équipe

Série S. Locomotrice type 23 (R)
Triple équipée

1	10260	Ronet	Wamur	8.00	8.7	8.00	10347	Ronet	Namur	14.0	14.25	8.0	10270	Ronet	Wamur	23.75	23.25	8.0
SD	10257		Ronet	11.15	11.26	50	10267		Ronet	14.15	15.26	SD	10273		Ronet		9.6	0.16
	10264		Wamur	12.35	12.30		Δ		Wamur	16.30	16.41			restitutionnement				
	10243		Ronet	13.16	14.10		10265		Ronet	16.45	16.56		10252		Wamur	2	2.11	
							Δ		Wamur	17.10	17.21		10256		Ronet	3	3.11	
							10255		Ronet	18.30	18.41		10246		Wamur	5.8	5.14	
							Δ		Namur	19.40	19.51		10247		Ronet	5.41	5.53	
							10275		Ronet	20.15	20.25						6.	
							Δ		Wamur	20.30	20.40							
							10377		Ronet	20.57	21.8							
											22.00							

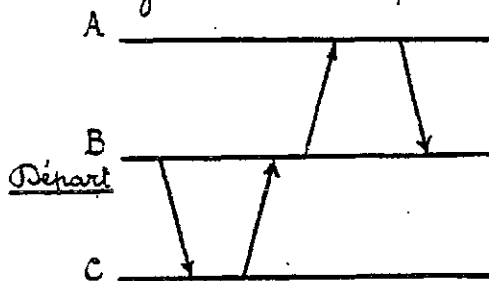
N.B. Δ = parcours à vide non numéroté



3°) Deux lignes sont desservies : un voyage aller et retour est assuré sur chacune d'elles (trains de même catégorie). Exemple :

Locomotive type 2

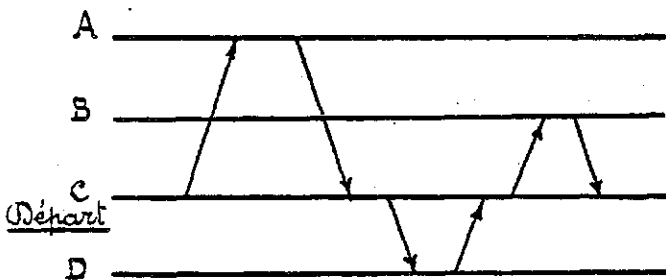
8	812	Baselt	Landen	11.9	12.20	9.21	9.21	138
	813		Baselt	14.3	14.57			
	788		achel	16.50	17.52			
	791		Baselt	18.56	20.3			



4°) Trois lignes sont desservies au moyen d'un voyage aller et retour sur chacune d'elles (trains de même catégorie).

Locomotive type 15

2	1502	Winton	arlon	3.54	6.38	9.27	5.35	144
	1487		Winton	4.46	9.29			
	2362		Samtzen	8.8	9.51			
	2361		Winton	9.40	10.31			
	2361		Wandeln	10.19	11.26			
	2366		Winton	10.33	12.51			
			◇	12.5	13.21			



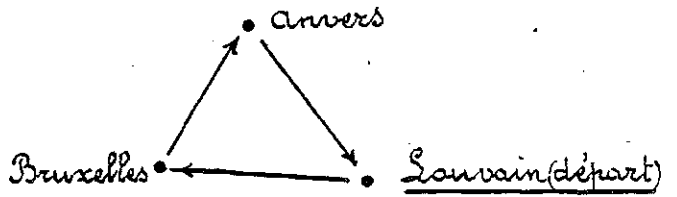
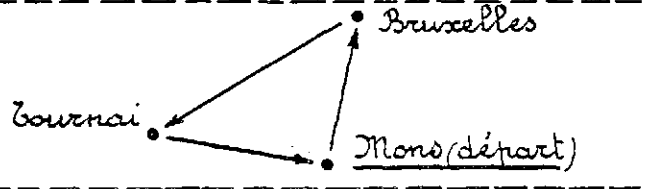
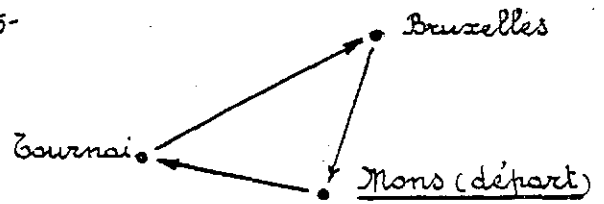
5°) Trois lignes sont desservies au moyen d'un train sur chacune d'elles (trains de même catégorie). Cette méthode constitue une remorque en triangle et a normalement pour avantage marquant d'être très économique, parce qu'elle permet, dans bon nombre de cas, d'assurer $3 \times 2 = 6$ trains au moyen de deux services locomotives et personnels, alors que si l'on assurait un voyage aller et retour sur chacune des lignes, trois services locomotives et personnels seraient nécessaires.

Nous donnons ci - contre quelques exemples de remorque en triangle appliquée actuellement sur le réseau de l'Etat belge.

9	2723	Mons	Brux.M.	3.14	5.48	10.0	10.0	191
	2575		Brux.M.	4.04	8.57			
	2444		Mons	11.31	12.43			

9 ^b	2447	Mons	Brux.M.	15.14	15.73	9.35	9.35	191
	2604		Brux.M.	14.03	18.38			
	2736		Mons	16.54	22.49			

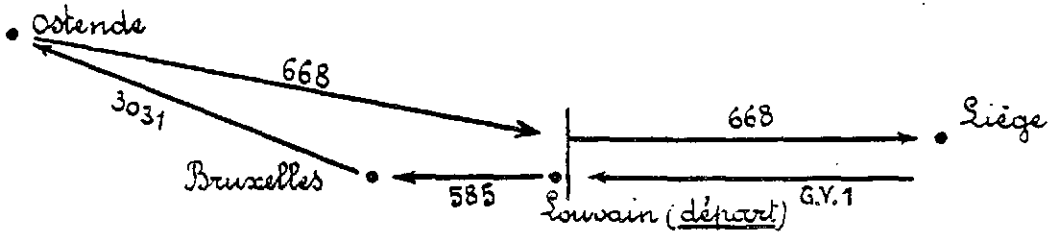
782	Souvain	Brux. N°	9.06	10.40	8.13	9.49	134
			10.6	15.6			
			14.25	18.49			
245		Amers C.	16.50	19.19			
542		Souvain					



L'exemple suivant relevant de la double équipe et comprenant également une remorque en triangle, complétée par un voyage aller et retour sur une quatrième section de ligne, est typique au point de vue de l'utilisation intensive d'une locomotive desservie en double équipe (parcours de 438 kilomètres en moins de 17 heures de prestation).

Locomotive type 8 bis

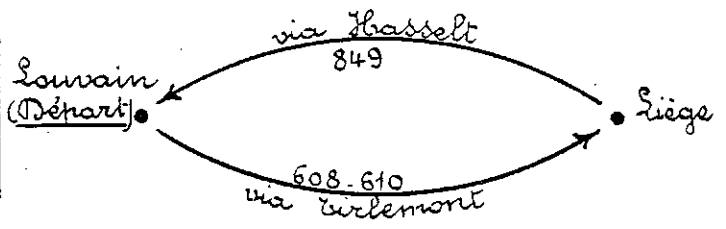
5	668	Souvain	Liège	19.16	20.37	5.23	5.23	140	5 ^b	585	Souvain	Brux. N.	7.25	8.45	10	10	298
			libre 2 h.	7.48													
			12.11	14.23													
			Amers C.	16.37	19.13												
			Souvain		19.26												



6°) Deux lignes sont desservies, la première au moyen d'un train à l'aller, la seconde par un train au retour (trains de même catégorie). Ses combinaisons de l'espèce sont envisagées soit pour augmenter le rendement du moteur dans les limites de la prestation du personnel (exemple A), soit pour améliorer l'utilisation des éléments (exemple B).

A. Locomotive type 8bis

608	Louvain	Willemon	11.6 11.21	11.54	9.54	9.54	181
610		Siège	12.4	13.52			
849		Louvain	16.12	20.30			
				21			



B. Locomotive type P 8.

10	2416	Mons	Quivr.	5.01 5.51	6.37			
	2505		Mons	7.48	8.45			
	2432		Quivr.	10.17	11.05	9.59	9.59	86
	2477	libra 2 h	Mons	15.55	16.52 17.0			



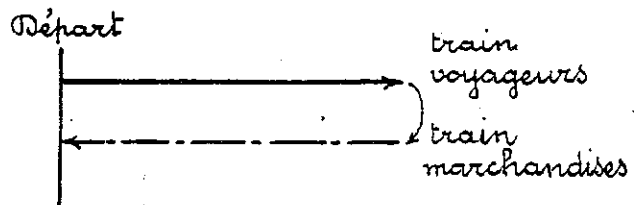
70) Une ligne est desservie par un voyage aller et retour, mais par des trains de catégories différentes.

a) Train de voyageurs à l'aller et train de marchandises au retour.

Normalement, les trains de voyageurs observent l'horaire prescrit. On peut donc se borner de prévoir à la station d'arrivée un battement suffisant pour les opérations que le moteur doit effectuer, ce qui permettra au convoi de marchandises de quitter cette gare à l'heure obligée.

Exemple: locomotive type 32.

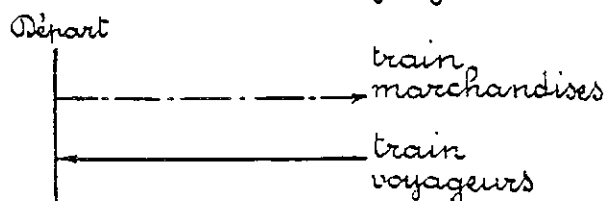
4372	Statte	Ciney	7.30 8.12	9.47			
4387		Statte	11.20	15.28 16	8.30	8.54	88
D	4370/7 - 4379						



b) Train de marchandises à l'aller, et train de voyageurs au retour. Comme le montre l'exemple ci-dessus, il existe un battement suffisant à Ciney pour parer aux retards éventuels du train de marchandises, retards qui, pendant la mauvaise saison notamment, sont inévitables. Il va de soi que si pareille précaution n'était prise, toute rétention de celui-ci rejallirait sur la marche du train de voyageurs.

Locomotive type 32.

505124	Statte	Ciney	9.18 9.55	14.31			
4387	libra 2 h	Statte	19.14	20.47 21.17	9.59	8.00	88



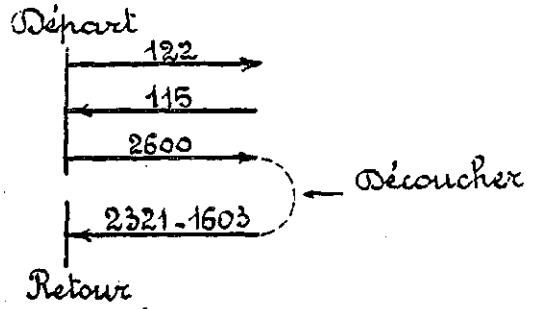
Les services mixtes ne doivent être prévus que sur les lignes à circulation peu dense et pour permettre un voyage aller et retour, dans les limites de la prestation maximum.

Lorsque la locomotive ne peut être ramenée à son point de départ, parce que la prestation maximum du personnel serait dépassée en lui faisant remorquer un train au retour, on aura le choix entre les différentes solutions suivantes:

1°) La machine et le personnel décrochent dans une remise étrangère. - Dans ce cas, les éléments rentrent au point d'attache, après que le personnel a joui du repos réglementaire prévu.

Exemple: locomotive type S10²

4 ^h	122	Brua. M.	Jeignes	12.00	14.36				
	115		Brua. M.	15.29	17.03	9.00	9.00	212	
	2600		Bourmai	18.40	20.11				
			dc.		21.00				
5 ^h	2321	Bourmai	Charleroi	5.10	9.10				
	1603		Brua. M.	6.04	11.56	8.06	8.06	155	
			0	10.35	13.16				

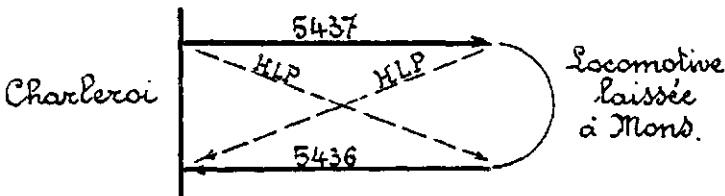


2°) La machine est abandonnée dans une remise étrangère, mais le personnel rentre haut-le-pied (hlp) à son dépôt.

Exemple: locomotive type 32 de Charleroi:

SL 5437	Charleroi	Mons	5.15	10.11				
hlp 2327		En Souvrière	12.13	12.50				
" 2143		Charleroi	13.2	14.9	8.45			54

hlp 2115	Charleroi	En Souvrière	12.49	13.56				
" 2328		Mons	14.00	14.36	9.26			54
SD 5436		Charleroi	16.4	21.15				22.15

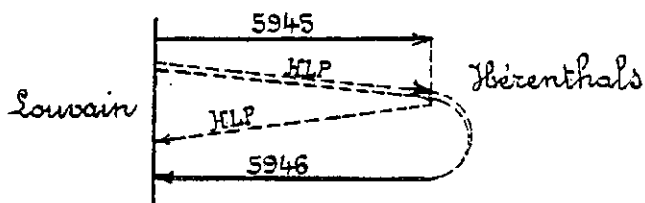


Dans ce cas, le personnel qui conduit le train à Mons ne peut rentrer régulièrement avec le train au retour; ce

personnel ne dispose à Mons que d'un intervalle inférieur à 8 heures, qui ne peut être considéré comme décrocher; le retour hlp constitue la seule solution possible à moins de renvoyer le personnel par un parcours à vide, ce qui constitue une solution plus coûteuse. Un second personnel est donc envoyé hlp à Mons pour la desserte du train au retour avec la machine abandonnée par le premier. Ce cas relève donc de la double équipe.

Il arrive également qu'il n'existe pas de remise au point terminus du train à l'aller : dans ce cas, la seconde équipe doit relayer la première sur la locomotive, dont la surveillance ne peut être interrompue. Exemple :

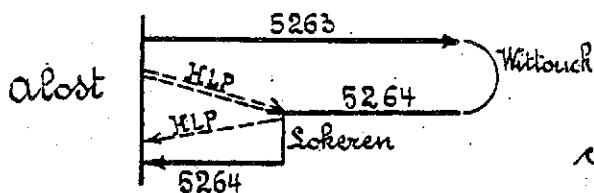
SD 5945	Louvain	Herenthals	4.52							hlp 729	Louvain	aerachat	9.37	10.7				
hlp 760		Louvain	5.47	9.2	7.41	38				" 753		Herenthals	10.34	11.14	8.32			38
			11.25	12.33						SD 5946		Louvain	14.53	17.39				
													18.9					



3°) La prestation du voyage aller et retour dépasse le maximum autorisé pour le personnel, qui ne peut, à

défaut de moyens de communications, être relayé au point terminus du train à l'aller. Exemple :

SD 5263	alost	Wittouck	6.53							hlp 753	alost	Sokeren	14.2	15.22	6.23			
" 5264		Sokeren	7.36	13.2						SD 5264		alost	16.16	19.45				26
hlp		alost	13.30	14.35	9.46	94							20.15					
			15.31	16.44														

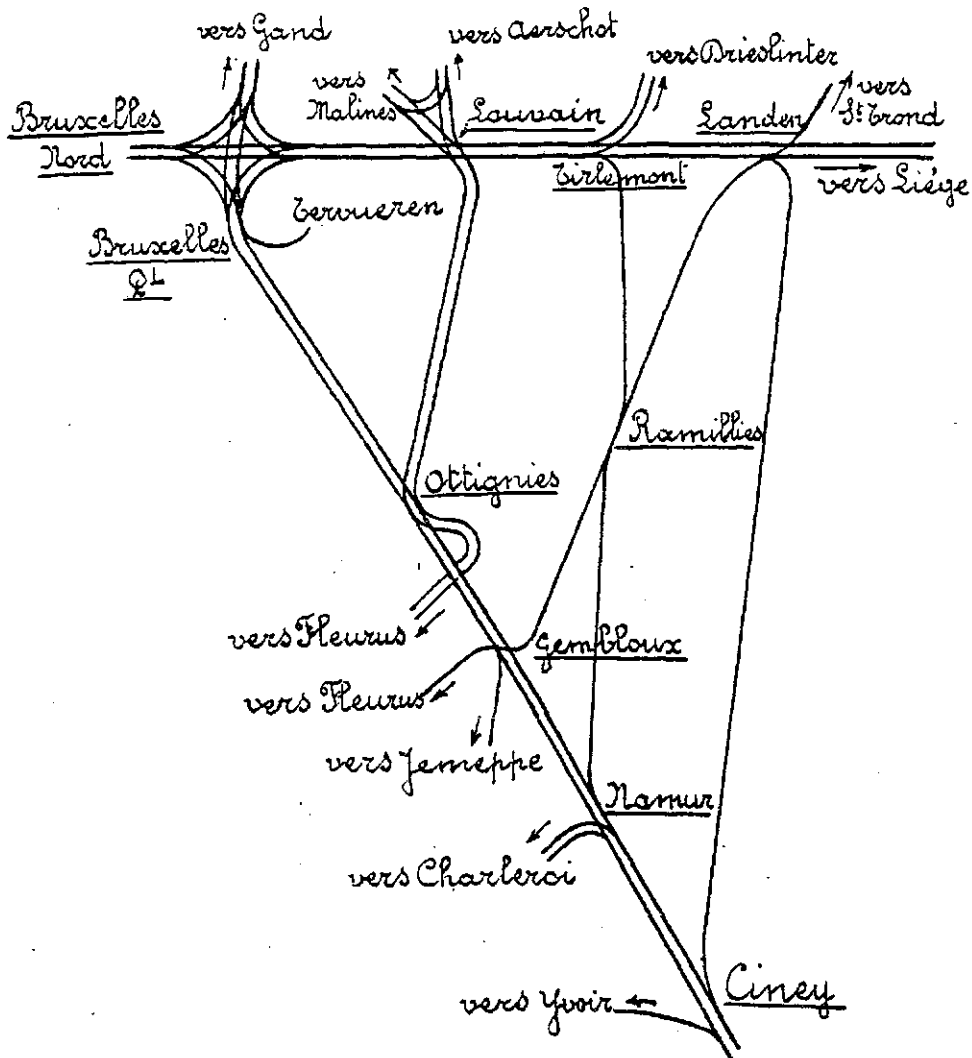


Pour observer la durée maximum de la prestation, l'équipe qui a commencé le service au départ est remplacée pendant le trajet au retour

par un second personnel expédié haut-le-pied. Quant à la première, elle rentre hlp au point d'attache, par un train qui dépasse, à la station de relais, celui qu'elle dessert.

56. Le réseau et les lignes. Pour faire un choix judicieux entre les diverses formes de prestations que nous venons d'examiner, il convient de tenir compte des dispositions particulières du réseau et des lignes à desservir, et spécialement de la position des remises sur ces lignes.

Le réseau de nos chemins de fer est composé d'un entrecroisement de lignes (ou réseau de lignes), qui constituent des figures polygonales. Dans l'étude qui nous occupe, nous pouvons faire abstraction des courbes et supposer que les lignes sont entièrement rectilignes. La figure ci-contre représente le réseau tel



qui il se présente entre les lignes de Bruxelles-Nord à Landen, Landen à Ciney et Ciney à Bruxelles-Nord.

On distingue dans le réseau, au point de vue du mouvement des trains, les grandes artères ou lignes principales (Bruxelles-Nord-Landen vers Liège, Bruxelles-Nord à Ciney vers Arlon, et Louvain-Ottignies, portion de la ligne Anvers-Charleroi) et les lignes secondaires. Les premières sont toujours à double voie, les secondes sont à double ou à simple voie. Les premières sont surtout à trafic important à voyageurs (trains directs et internationaux); elles réunissent les principaux centres du pays et ceux-ci avec les centres étrangers; c'est le cas pour la ligne de Bruxelles-Nord à Landen vers Liège et l'Allemagne ou ligne de l'Est; le service à marchandises y est aussi assez important. Ou bien le service à marchandises est prédominant et il existe un service international (ligne de Bruxelles-Nord vers Arlon et l'Alsace-Lorraine ou ligne du Luxembourg). Ou bien encore le

service à marchandises est seul important, comme sur la ligne de Louvain à Ottignies. Les lignes secondaires sont parfois à service de marchandises plus ou moins important, ou bien l'un et l'autre trafics sont peu considérables et alors, ces lignes sont le plus souvent à simple voie.

La simple ou la double voie ne sont intéressantes ici qu'au point de vue des horaires. Dans le cas de la double voie, les deux sens de marche sont indépendants; dans le cas de la simple voie, au contraire, on ne peut engager à la fois deux trains roulant en sens contraire entre deux stations consécutives ou sur toute section de ligne dont les gares d'extrémités seules peuvent recevoir deux trains à la fois (fig. 21 et 22). On peut

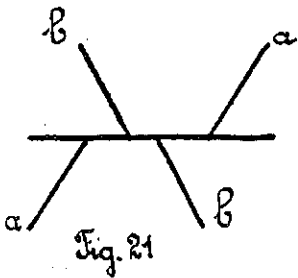


Fig. 21

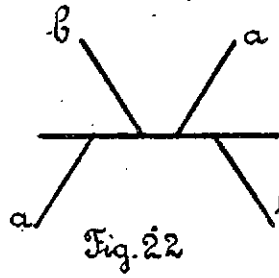


Fig. 22

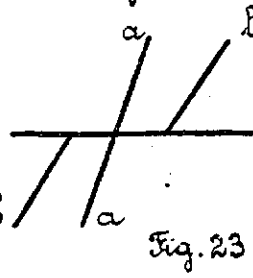


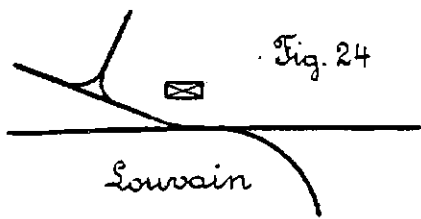
Fig. 23

aussi créer des évitements (dépassements) pour les trains circulant dans

le même sens, mais alors aussi bien sur chaque ligne de la double voie que sur la simple voie, par exemple lorsqu'un train de voyageurs doit dépasser un train de marchandises (fig. 23)

Les lignes du réseau convergent en des noeuds constituant des bifurcations; celles-ci sont généralement établies aux abords ou dans le voisinage de stations importantes desservant des centres, sièges d'un trafic plus ou moins important. (Louvain, Virlemont, Landen, Ottignies, Gembloux, Namur, Liner, dans la partie du réseau ci-dessus). Une partie des trains partent des noeuds ou y aboutissent. On conçoit donc que les remises sont établies dans le voisinage immédiat des noeuds (Louvain, Virlemont, Landen, Namur, Liner). Parfois le trafic en passage est le plus important, et il n'y a pas de remise (Gembloux).

Comme la station qu'elle dessert, une remise est donc généralement de passage. Tel est le cas de Louvain (fig. 24) où trois hypothèses sont à envisager en ce qui concerne la



remorque des trains en passage: la locomotive passe avec son train, avec ou sans stationnement, sans changement d'éléments; la locomotive est remplacée à son passage ainsi que son personnel pendant le stationnement, dont la durée est prévue en conséquence (relais complet); ou bien la locomotive continue après avoir changé seulement de personnel (relais du personnel).

Par opposition avec la remise de passage, nous distinguons la remise en cul-de-sac ou à rebroussement (Bruxelles-Nord, Gand-Sud, Anvers central), desservant des gares à rebroussement (fig. 25) ou la remise frontière (Herbesthal, Ostende) (fig. 26). Celle-ci peut cependant jouer le rôle de remise de passage pour



Fig. 25

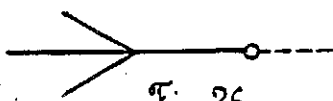


Fig. 26

les trains en passage de ou vers le réseau voisin, lorsque cette remise est appelée à desservir ces trains sur ce réseau (Herbesthal).

La caractéristique des remises à rebroussement est de nécessiter obligatoirement le changement de moteurs. Les stations de passage ou de bifurcation sont dans le même cas pour les trains qui sont reçus sur des faisceaux en cul-de-sac.

Sur une ligne prise isolément, une remise est extrême (fig. 27)

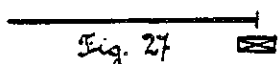


Fig. 27



Fig. 28

ou intermédiaire (médiane) (fig. 28).

Une remise de passage est intermédiaire, une remise à rebroussement ou une remise frontière sont extrêmes.

Cette classification des remises en remises extrêmes et en remises intermédiaires est importante au point de vue de l'agencement des trains entre eux pour la formation des prestations.

57. Comment on étudie l'agencement des trains entre eux pour la formation des prestations.

Pour étudier l'agencement des trains, on fait usage du graphique horaire.

Considérons deux trains A et B circulant en sens inverse sur une même ligne entre les stations I et II (fig. 29). Les deux trains

sont dits concordants lorsque le second B part de la station II après l'arrivée de A, de façon à ce qu'il puisse être desservi par les éléments de celui-ci. Pour indiquer que les deux trains sont remorqués par les mêmes éléments (machine et personnel), on réunit les deux traits par une ligne courbe comme l'indique la figure. Pour que

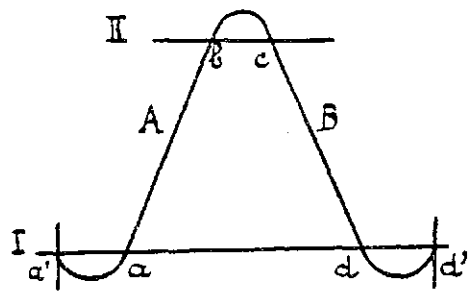


Fig. 29

cette combinaison soit possible, il faut que le battement entre les deux trains ne soit pas trop court, de façon à permettre l'exécution des opérations nécessaires, mais il faut aussi que ce battement ne soit pas trop long de façon que la prestation totale ne dépasse pas la limite imposée. Le temps bc doit donc être nécessaire et suffisant pour permettre le changement d'éléments. Le temps ad doit être au maximum de 10 heures, et il ne peut atteindre ce maximum qu'en supposant la préparation du moteur avant le départ par une équipe spéciale et le relais à l'arrivée; pratiquement, le temps ad doit être au plus de 8 heures environ, de façon qu'en y ajoutant le temps avant et après a'a et d'd', le temps a'd' reste en dessous de 10 heures.

Bien entendu, exceptionnellement a'd' pourra atteindre jusqu'à 12 heures, lorsque l'on pourra défalquer 2 heures du temps bc. Si l'intervalle bc était trop long, le service serait peu économique et l'on a généralement le choix entre plusieurs trains de retour.

Le temps a'd' peut être tel que l'on puisse comprendre la remorque de deux couples de trains A, B, A₁, B₁ (fig. 30) dans une même prestation, le temps a'd' devant toujours satisfaire aux conditions d'amplitude que nous venons de rappeler. L'intervalle à la remise da₁ n'est pas nécessairement égal au moins à la somme d'un temps normal après et d'un temps

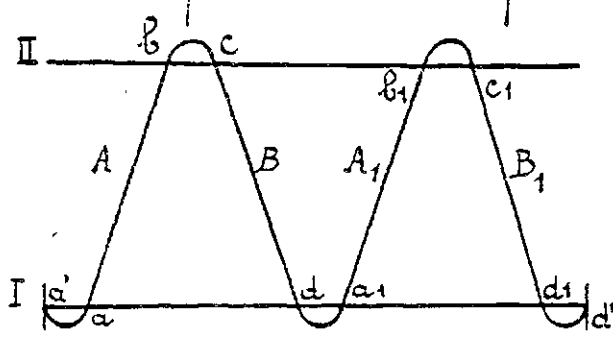


Fig. 30

normal avant, il est généralement inférieur puisque certaines opérations ne s'effectuent pas toujours (chargement de charbon, temps complet de préparation, etc.). On peut avoir dans une même prestation un multiple de deux trains, d'après la durée de chaque voyage aller et retour, et réaliser ainsi le service de navettes qui a déjà été défini. (fig. 31).

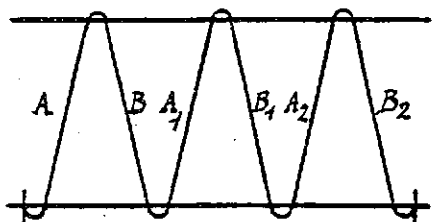


Fig. 31

Il suit de ce qui précède que, sur une même ligne, les horaires doivent être étudiés de façon que les trains soient concordants deux par deux (fig. 32) sinon l'on devrait, soit créer deux parcours à vide pour chaque couple de trains non concordants (fig. 33), soit avoir recours au découpler (fig. 34).

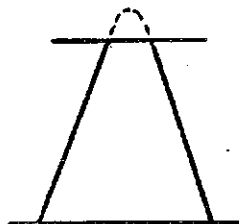


Fig. 32

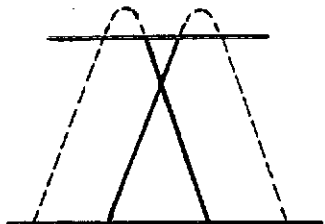


Fig. 33

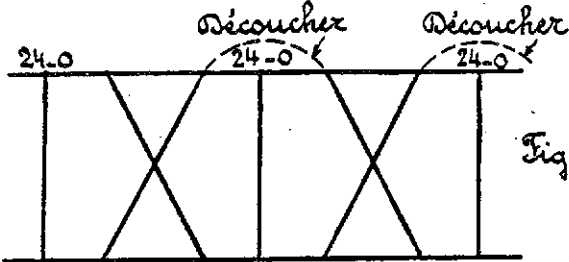
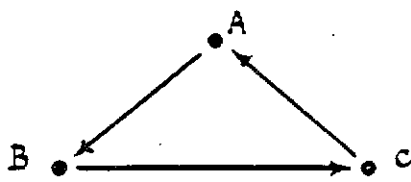


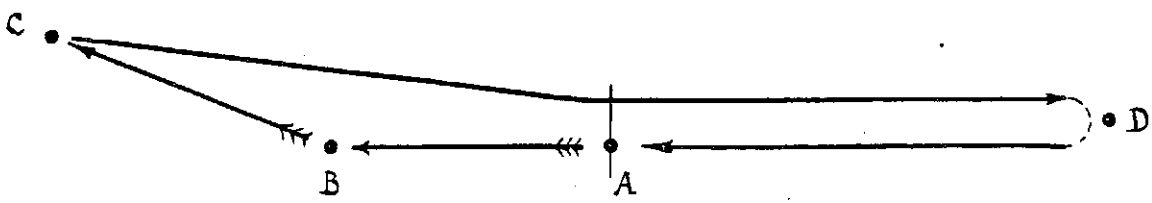
Fig. 34

diverses particularités de combinaisons que nous avons indiquées au § 55 et que nous représentons brièvement:

a) Remorque en triangle:

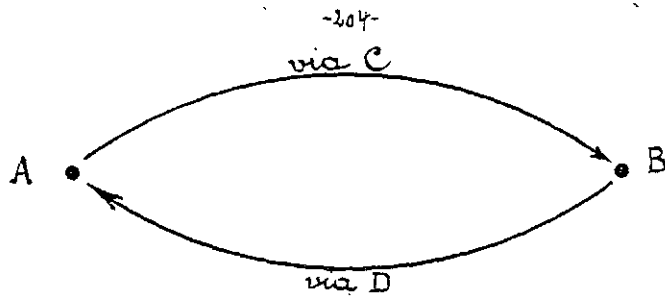


b) Combinaison d'une remorque en triangle avec une paire de trains:

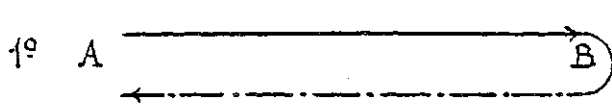


c) Remorque d'un train à l'aller de A vers B, par une première section de ligne et retour de B vers A par une autre

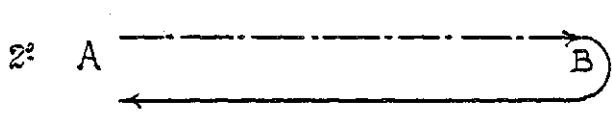
section :



d) Combinaison de trains de diverses catégories d'une même ligne :

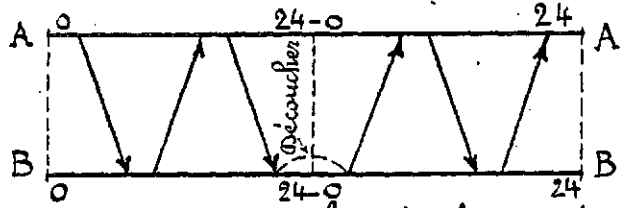
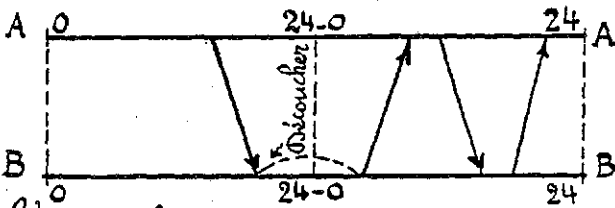
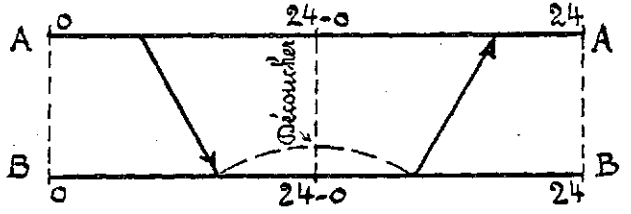
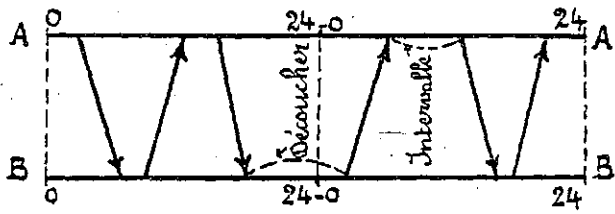


Train de voyageurs à l'aller
Train de marchandises au retour

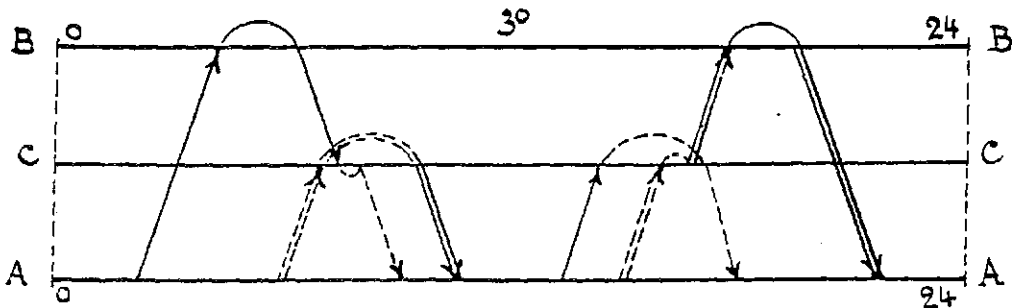
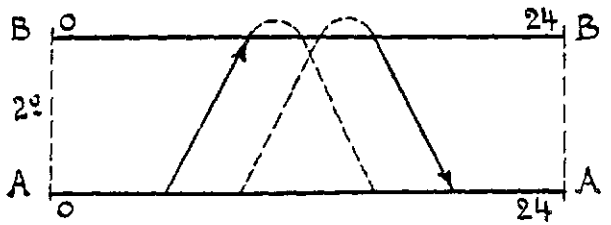
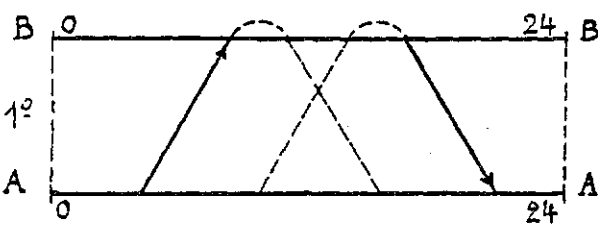


Train de marchandises à l'aller
Train de voyageurs au retour

e) Remorque d'un train ou d'un groupe impair de trains avec décrocher dans une autre remise :



f) Combinaisons de remorque avec des parcours haut-le-pied du personnel à une paire de trains circulant entre A et B :



Les diverses combinaisons peuvent être appliquées quand une ligne ainsi que d'autres sections aboutissantes sont desservies par une seule remise.

Dans le cas de deux remises extrêmes, on aura recours aux

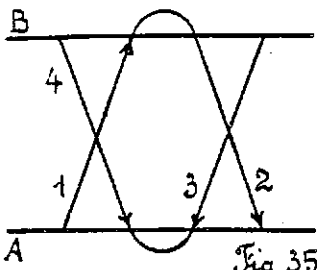


Fig. 35

mêmes arrangements par entrecroisement; par exemple, il y aura entrecroisement des trains 1 et 2 assurés par la remise A avec les trains 4 et 2 de la remise B (fig. 35). Dans ces conditions, il n'y aura plus autant de trains non concordants et l'on pourra diminuer, dans la plupart des cas, l'importance des parcours à vide, haut-le-pied, ainsi que des décalchers.

Dans le cas d'une remise intermédiaire, on disposera d'une

série de combinaisons supplémentaires. On pourra, tout d'abord, remorquer la plupart des trains, sans changer de locomotive au passage de la station intermédiaire, en effectuant successivement deux navettes 1-2 et 2-3 dans deux directions opposées (fig. 36). De plus, on pourra avoir recours aux relais avec changement de personnel seulement. Ce système s'applique dans l'hypothèse

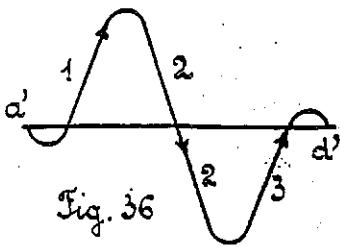
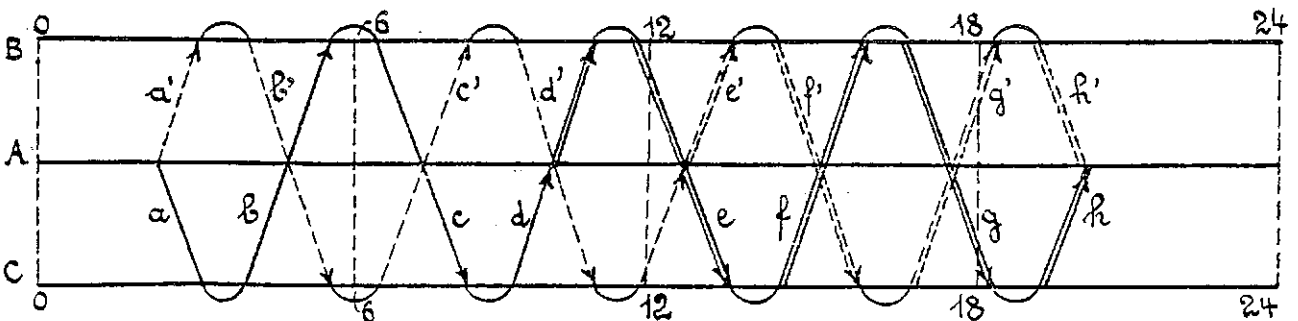


Fig. 36

où l'amplitude a'd' dépasse le maximum admis, mais il suppose évidemment l'emploi de la double équipe. Il va de soi que l'on peut, en cas de besoin, changer également de machine et par conséquent aussi de personnel. Dès lors, deux espèces de relais sont à envisager:

- 1°) le relais avec changement de personnel seulement;
- 2°) le relais avec changement de personnel et de machine.

Le graphique horaire ci-dessous, qui représente l'agencement des trains d'une ligne comportant seulement une remise intermédiaire A, montre toute l'économie des combinaisons à réaliser.



Les huit paires de trains peuvent être remorqués par deux locomotives desservies en double équipe, avec relais du

personnel à la station intermédiaire A. L'absence d'une remise en A entraînerait la création soit de parcours à vide avec retour correspondant au départ de B ou C, où la remise serait établie, soit des débranchés en A, d'où extension probable de moteurs et de personnel.

58. Des parcours à vide et haut-le-pied. Les parcours à vide donnent lieu à la dépense improductive la plus élevée. Elle est évaluée actuellement au taux kilométrique de fr. 7,80 contre fr. 10,80 pour les trains de voyageurs et fr. 16,90 pour les trains de marchandises. Les chiffres constituent des moyennes pour le réseau.

Aussi convient-il de faire une étude spéciale des parcours à vide ainsi que des parcours en double traction non justifiés par la charge, et auxquels il ne faut avoir recours qu'en cas de nécessité absolue.

Nous n'envisagerons pas les parcours à vide des locomotives ayant assuré un service d'allège et qui ne trouvent pas d'utilisation au retour. Les parcours se présentent forcément sur les lignes en rampe continue : à titre d'exemple, nous citerons les sections à forte inclinaison suivantes :

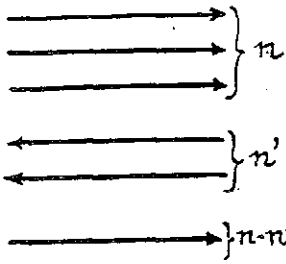
- Viézy à Montzen. 10⁷/₁₀₀ p. m.
- Liège à Montegnée (plans inclinés). 30⁷/₁₀₀ p. m.
- Dampremy à Sodelinsart. 21⁷/₁₀₀ p. m.
- Tomines à Rambrasart. 16⁷/₁₀₀ p. m.
- Haavré-Ville à La Souvière. 10⁷/₁₀₀ p. m.
- Meix-devant-Virton à St^e Vincent - Bellefontaine 16⁷/₁₀₀ p. m., etc.

Ces sections constituent évidemment des exceptions et leur desserte donne lieu à une réglementation spéciale.

Sur une ligne donnée, parcourue par des trains de bout en bout, il y a un nombre de parcours à vide égal au moins à la différence des nombres N et N' de trains dans l'un et l'autre sens ($N - N'$ si $N > N'$).

Si les parcours à vide ont tous le même sens - ce qui peut se produire lorsqu'il existe un écart sensible dans

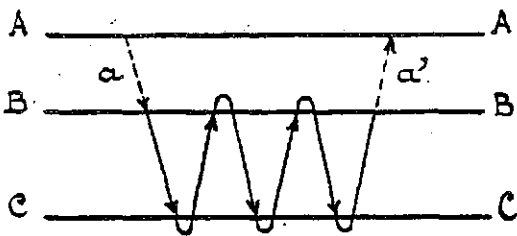
l'importance respective du trafic à l'aller et au retour - on ne peut évidemment pas en supprimer.



Si il y en a dans les deux sens, n et n' , on peut théoriquement en supprimer n' , si n est le plus petit des deux nombres, deux parcours à vide égaux et de sens contraire se détruisant, puisqu'à eux deux, ils ramènent la locomotive à son point de départ. Il en restera toujours $(n - n')$ dans le même sens et qui on ne pourra supprimer.

Cette possibilité de suppression de parcours à vide n'est cependant que théorique: En effet, il peut se faire par exemple:

a) qu'une remise A doive assurer la desserte de trains locaux entre B et C, où il n'existe pas de



de dépôt de machines, ni de moyens économiques suffisants pour surveiller le ou les moteurs nécessaires pendant l'absence du personnel qui les dessert.

Les parcours a et a' , de valeur égale et de sens contraire, doivent alors être maintenus, à moins que leurs éléments ne puissent recevoir une autre affectation entre A et B et retour;

b) que l'on se heurte à des incompatibilités d'horaire; néanmoins, dans ce cas, l'étude tendant à la suppression des parcours à vide soit se faire en principe et elle entraînera peut-être, si cela est possible, des modifications dans l'horaire des convois.

Sur un triangle (un polygone quelconque d'un réseau (voir § n° 56) peut à ce point de vue être assimilé à un triangle), on fera la même étude sur chacun des côtés pris isolément; il restera ainsi un certain nombre de parcours à vide, que l'on combinerait ensuite d'après les règles suivantes:

a) trois parcours a , b , c ramenant la locomotive partie de A, à son point de départ, s'annulent (fig. 37).

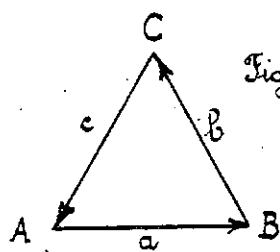


Fig. 37

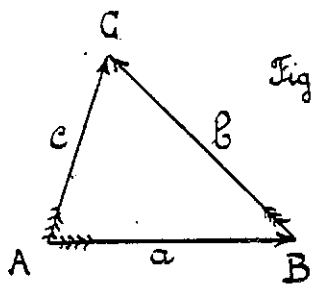


Fig. 38

b) deux parcours a, b sont équivalents et peuvent se ramener à un parcours unique c ; ce résultat sera notamment recherché chaque fois que c est plus petit que $(a+b)$ (voir fig. 38).

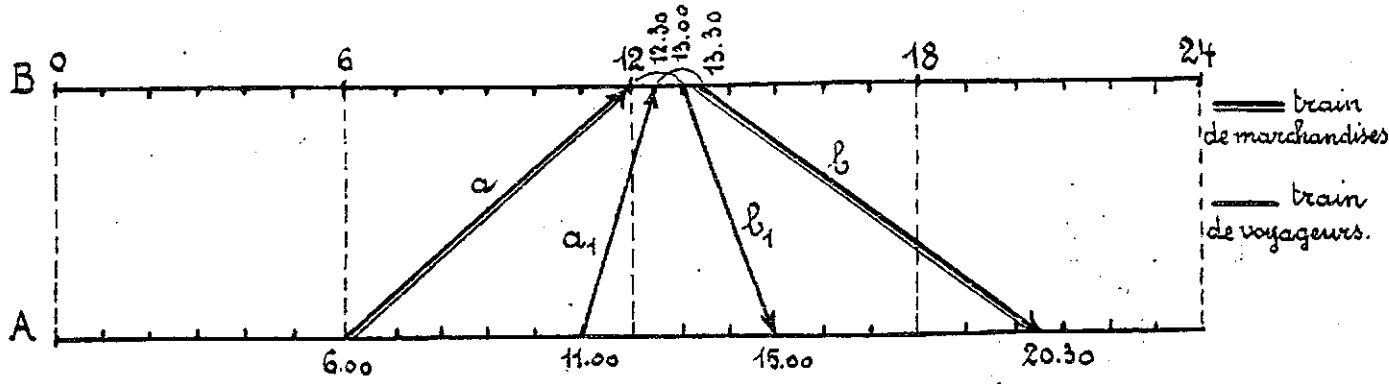
Les transformations sont évidemment subordonnées, comme nous l'avons dit plus haut, à des modifications d'horaires, qui notamment pour les trains de marchandises doivent être proposées sans délai. Elles dépendent aussi des types de locomotives, des charges

des trains et du profil des lignes. Chaque remise devra en faire une étude d'ensemble, en dressant une carte des parcours à vide que ses locomotives et celles des remises voisines effectuent, en se bornant aux sections de lignes qu'elle dessert en ordre principal.

Les parcours haut-le-pied, tout en n'étant pas aussi onéreux que les parcours à vide, donnent lieu à une perte sèche dans l'utilisation du personnel. Les mêmes raisonnements et la même étude leur sont applicables et tous les efforts doivent tendre à leur suppression.

À ce sujet, il est bon de signaler qu'il est souvent fait usage de parcours haut-le-pied dans la desserte de trains de marchandises omnibus circulant sur les lignes secondaires. Pour autant que la composition des trains, leur vitesse et le type des moteurs le permettent, il est à conseiller dans ce cas de combiner la remorque des trains de marchandises avec celle des convois à voyageurs, la faible durée de parcours de ces derniers permettant de compenser la lenteur de marche des premiers (voir paragraphes 55 et 57); de cette façon, il est possible, tant à la locomotive qu'au personnel, de faire un voyage utile à l'aller et au retour.

Voici un exemple caractéristique d'une combinaison de ce genre : la remorque des trains de marchandises lourds a - b nécessite une forte locomotive.



L'amplitude de la prestation s'élevant à 14.30 h (6 à 20.30 h) exige l'utilisation de deux personnels, le moteur de remorque étant desservi en double équipe ; le personnel du train a rentrant haut-le-pied en A par le train de voyageurs b₁ ; quant au train b, il est assuré par un second personnel arrivant en B par le train de voyageurs a₁. De plus, un 3^e personnel et une seconde locomotive sont nécessaires pour la desserte des trains de voyageurs a₁ - b₁.

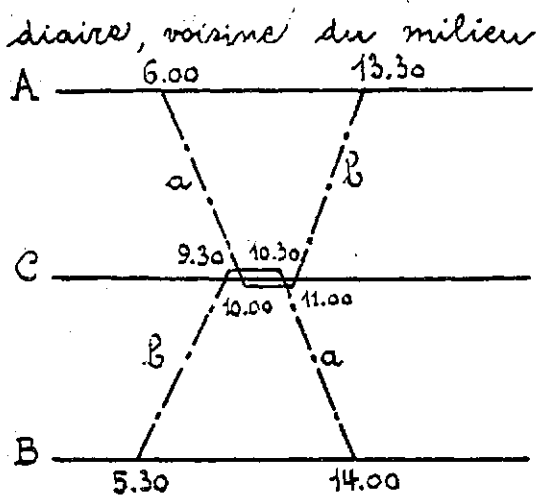
En utilisant un moteur convenable, permettant d'assurer normalement et le train de voyageurs et le train de marchandises, la combinaison économique suivante devient réalisable :

- 1 personnel et 1 locomotive pour a - b₁
- 1 " " " pour a₁ - b, ce qui entraîne la suppression des deux parcours haut-le-pied par a₁ et b₁, et permet la suppression d'un personnel.

59. Cas particulier de la remorque de bout en bout ou remorque avec décrocher.

Tous devons faire un examen spécial de la remorque de bout en bout, par opposition avec la remorque avec relais.

Comme nous l'avons vu, la remorque avec relais s'applique aux lignes pourvues d'une remise intermédiaire. Lorsqu'on ne dispose que de remises extrêmes, on peut cependant encore avoir recours au système avec relais, lorsqu'on dispose d'une station intermé



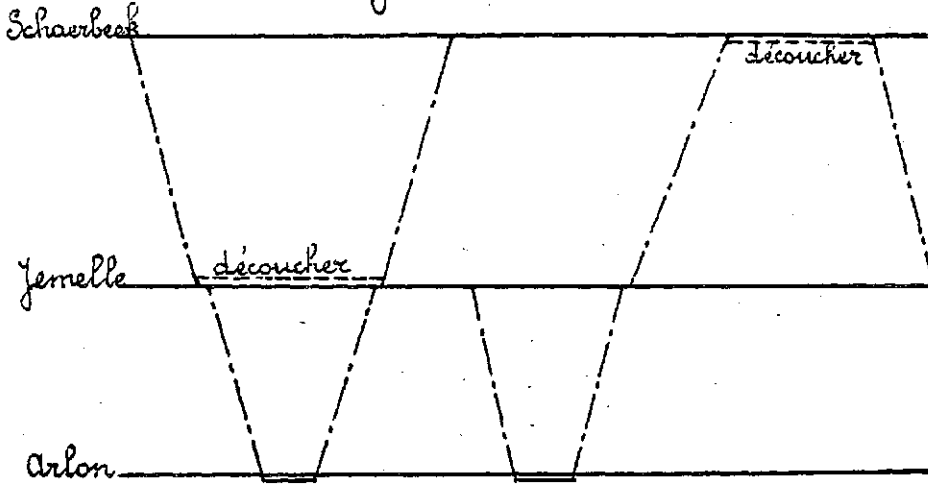
diaire, voisine du milieu de la ligne, possédant des installations suffisantes pour procéder aux échanges de machines, à leur changement de front et aux opérations accessoires pendant le stationnement, et pour garer les trains pendant ce temps. Ainsi, dans le cas de deux remises extrêmes A et B, deux trains a et b sont remorqués

par parties par ces deux remises avec changement de locomotives dans la station intermédiaire C. Cette solution est intéressante lorsque la remorque de bout en bout de a ou de b absorbe une prestation complète et obligerait à décrocher. La remorque avec relais s'impose lorsque le régime des charges est essentiellement différent entre les sections AC et CB, auquel cas il faut utiliser sur ces sections des locomotives de puissances différentes. La remorque de bout en bout obligerait à utiliser les moteurs les plus forts sur une section où leur puissance serait surabondante; c'est là souvent un des graves inconvénients de la remorque sans relais.

Exemple: Des trains de marchandises d'Anvers à Arlon via Schaerbeek sont remorqués en navette d'Anvers à Schaerbeek, l'une des remises Anvers ou Schaerbeek faisant chaque fois un voyage aller et retour dans une prestation; la ligne est à faible inclinaison et l'on peut remorquer un train de 1000 à 1100^T au moyen d'une machine N (32^o, G7, etc). De Schaerbeek à Arlon, la ligne est une suite alternative de pentes et rampes à inclinaison voisine de 16^m/km. La charge de 1000 à 1100^T exige deux moteurs forts (37-38, 36); il y a donc une raison fondamentale de changer le régime de remorque au-delà de Schaerbeek. On ne peut pas faire la remorque de bout en bout de Schaerbeek à Arlon; on devrait disposer d'installations pour interrompre cette remorque à Gemelle où se trouve d'ailleurs une remise intermédiaire; on applique concurremment les divers modes

ci-après :

1) Remorque de bout en bout de Schaerbeek à Gemelle, et remorque en nasettes entre Gemelle et Arlon.



2) Remorque par des éléments de Gemelle en nasette de Gemelle à Arlon et retour, avec changement de personnel au passage à Gemelle et décharger à Schaerbeek

Autres exemples : Les trains d'Anvers à Hinktempois par Hasselt doivent être relayés à Hasselt, l'inclinaison des rampes étant beaucoup plus élevée entre Hasselt et Hinktempois qu'entre Hasselt et Anvers. Il en est de même à Louvain pour les trains d'Anvers allant vers le bassin de Charleroi ou de Mons.

Ce système du relais intermédiaire donne une perte au stationnement au milieu de la prestation; ce stationnement varie entre 1 et 2 heures, et peut même être plus élevé si les horaires ne peuvent être adaptés à cette organisation. On reproche également à ce système les stationnements des rames dans la gare de relais, stationnements qui font perdre une voie pendant un temps appréciable. La coïncidence des horaires ne s'effectue pas toujours exactement dans la pratique, à cause des retards, et cet inconvénient s'accroît en période de désarroi, alors même que les stations ont le plus grand besoin de leurs voies. Enfin les allées et venues des machines dans les stations de relais créent des difficultés dont il faut tenir compte.

En réalité, le relais s'impose lorsqu'il y a changement sensible de profil ou que la prestation est terminée; lorsque le profil se modifie, l'on doit changer de machine de façon à utiliser celle-ci le plus complètement possible. Cette condition doit prédominer, mais il faut bien entendre munir

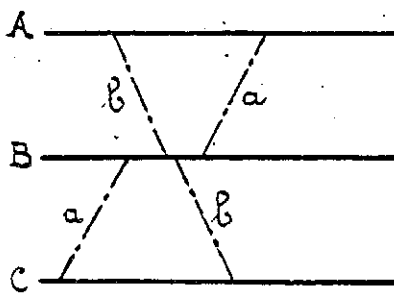
les stations d'installations appropriées.

Si, au contraire, le train ne subit pas de changement important au passage de la station intermédiaire, il y a intérêt à supprimer les stationnements et à faire la remorque de bout en bout aussi loin que la prestation le permet. Notons toutefois que, ainsi que nous allons le voir, cette méthode d'exploitation ne peut s'appliquer qu'avec la simple équipe, et qu'elle nécessite par conséquent la mise en ligne d'un plus grand nombre de moteurs, ceux-ci étant moins bien utilisés. En outre, dans la mauvaise saison, lorsque les grands retards se produisent, les moteurs n'arrivent plus à destination, ce qui aggrave les difficultés bien autrement que dans le système du relais, beaucoup plus élastique à ce point de vue.

Il résulte de cette courte discussion, que dans un réseau tel que le nôtre, la pire des politiques serait de généraliser l'un ou l'autre système; au contraire, il faut adopter une solution terme, et employer, dans chaque cas, la méthode de remorque qui se justifie le mieux, tous les éléments du problème étant soigneusement pesés.

On peut d'ailleurs réduire les inconvénients du stationnement au relais en faisant peser le stationnement sur l'un des deux trains seulement, comme le montre l'exemple ci-contre où le stationnement du train b est réduit à un simple échange de machines, tandis que le stationnement du train a est beaucoup plus important. Il faut d'ailleurs tenir compte de ce que ces stationnements sont souvent nécessaires pour effectuer des opérations d'enlèvement ou de dépôt de wagons, d'attente de correspondances, etc. absolument étrangères aux opérations de relais proprement dites.

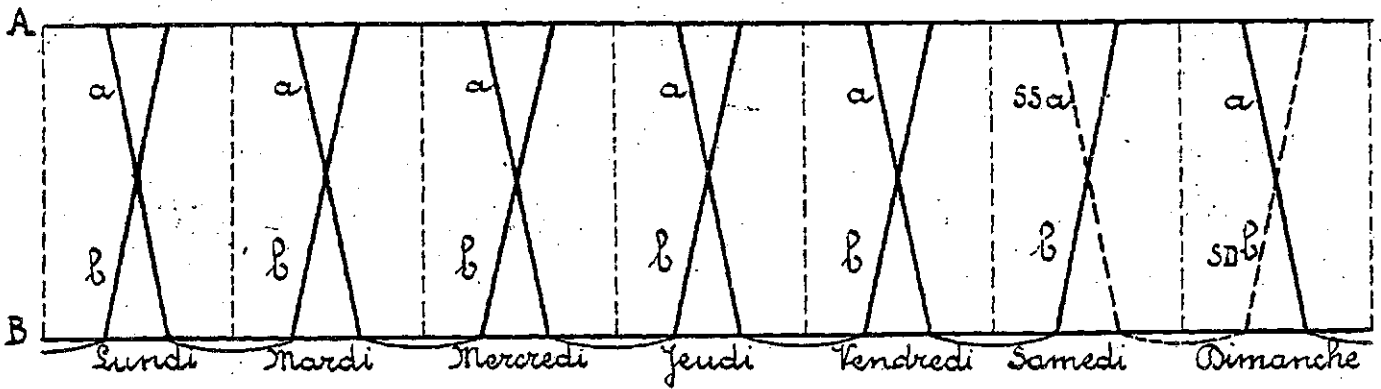
L'exploitation par remorque de bout en bout reste néanmoins la méthode applicable aux trains de marchandises



à long parcours ne nécessitant pas d'opérations en cours de route et sur des lignes où le profil est à peu près uniforme. Il est appliqué même s'il y a des remises intermédiaires, car il permet d'activer la rotation du matériel, de débarrasser rapidement les lignes et de désencombrer les stations intermédiaires. C'est pourquoi ce système doit être combiné judicieusement avec le système du relais.

On peut distinguer deux cas différents de remorques de bout en bout suivant que la remorque des mêmes trains est assurée exclusivement par une des remises d'about, ou que cette remorque est effectuée alternativement par les deux remises extrêmes.

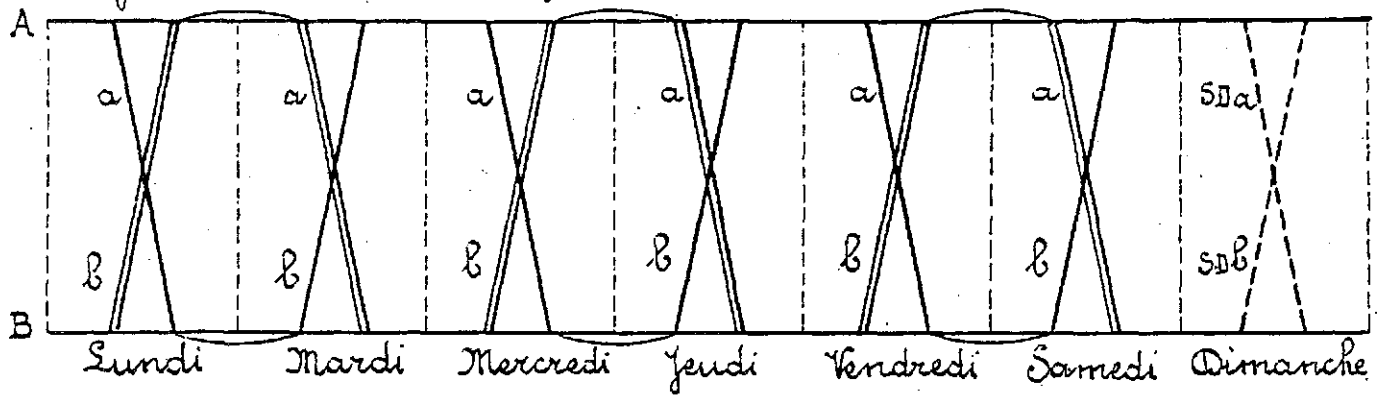
Le schéma ci-dessous représente un exemple d'application du premier cas.



La remise A assure de bout en bout, avec décrocher en B, tous les trains a et b entre A et B. Les trains a et b sont réguliers ou non. Dans la seconde hypothèse, les traits pointillés sont supprimés un jour par semaine de sorte que le train a est par exemple SS et le train b de retour est SB; si les deux trains étaient à la fois SS ou bien SD, on serait obligé de créer des parcours à vide les remplaçant, à moins d'admettre un stationnement de 48 heures en B, ce qui serait de mauvaise exploitation. On peut tout aussi bien rendre le train a SD et b SB; tout dépend des nécessités du service de l'exploitation.

Si l'on veut pouvoir donner la même caractéristique à

deux trains a et b faisant le retour l'un de l'autre, et les remorque par exemple tous deux SD, il faut avoir recours à la remorque alternative par les deux remises d'about. L'exemple ci-dessous montre l'agencement de cette organisation.



Les remises A et B assurent alternativement avec décaucher chacun des trains a et b, qui sont SD, de sorte que la remise A remorque le train a le lundi, le mercredi et le vendredi et le train b en retour les mardi, jeudi et samedi, la remise B assurant ces mêmes trains les autres jours.

Le système nécessite une adaptation particulière des roulements. L'équipe qui suit celle qui a assuré le train a le lundi par exemple, ne devant pas faire a le mardi doit en effet assurer un autre service, soit un service local ou de réserve, ou encore un autre train agencé en remorque alternative.

Si la série comprend une succession de services de l'espèce (remorque avec décaucher), il est difficile d'adopter une autre forme que la simple équipe, chaque moteur étant absent de la remise pendant un temps très long et égal à la somme de deux prestations et d'un décaucher au moins. On profite de la suppression des trains le dimanche, le samedi ou le lundi, soit pour accorder au personnel des repos de suppression aux dits jours, ou des transitions destinées à compenser les longues prestations.

60. Application. Nous allons donner un exemple de formation des prestations pour un service déterminé. Cet exemple nous servira de base pour les études subséquentes.

Pour plus de clarté, nous avons élagué tout ce qui se

rapporte spécialement à la charge des trains de voyageurs et de marchandises, ainsi qu'à la détermination des délais de parcours et des horaires proprement dits. De plus, nous admettons que le choix des types des remorqueurs est fait et peut être considéré comme rationnel; nous donnerons un exemple séparé en ce qui concerne ce dernier point.

Enfin, nous avons simplifié le problème, afin d'éviter de trop longs développements.

Données. Une remise intermédiaire B dessert complètement une ligne principale A. B. C. D. Elle assure également, comme

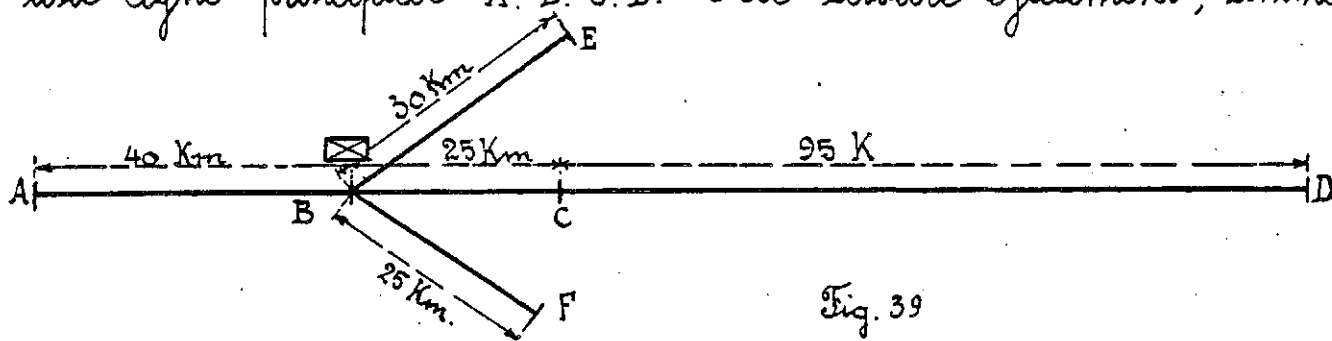


Fig. 39

remise extrême, l'exploitation complète des deux sections BE et BF (fig. 39).

Le service prévu sur chacune des lignes A B C D, BE et BF est indiqué aux tableaux graphiques fig. 40, 41 et 42. Pour faciliter la lecture de ces tableaux, les trains de voyageurs sont figurés en trait plein, tandis que les convois à marchandises sont représentés par un trait.....

Les trains prévus dans ces tableaux graphiques sont classés dans les tableaux ci-dessous par types de remorqueurs; les horaires de ces trains sont reproduits en regard de leurs n° caractéristiques.

I. - Locomotives type 8 (ou P8).

Simple A. B. C. D.

Trains n°	Heures de départ et d'arrivée aux stations de				Trains n°	Heures de départ et d'arrivée aux stations de			
	A	B	C	D		D	C	B	A
103		5, 25	6, 10 - 6, 17	8			4, 30	5, 35	
107	6, 40	7, 40 - 7, 45	8, 30		106	6, 10	7, 40 - 7, 45	8, 50 - 8, 55	10, 5
111	11, 5	12, 30			110		10, 30	11, 40 - 12, 10	13, 15
115	13, 30	14, 30 - 14, 35	15, 20 - 15, 25	16, 55	112	9, 30	11, 00 - 11, 01	11, 55 - 11, 56	12, 30
119	15, 10	16, 10 - 16, 15	17, 10		116			13, 35	14, 50
121	16, 50	17, 25 - 17, 30	18, 35 - 18, 40	20, 10	118		18, 20	19, 25	
127	22, 30	23, 10			120	17, 50	19, 20 - 19, 25	20, 5 - 20, 10	21, 10

Graphique des trains de voyageurs et de marchandises de la ligne A.B.C.D.

(Trains de voyageurs en traits pleins, trains de marchandises en traits mixtes)

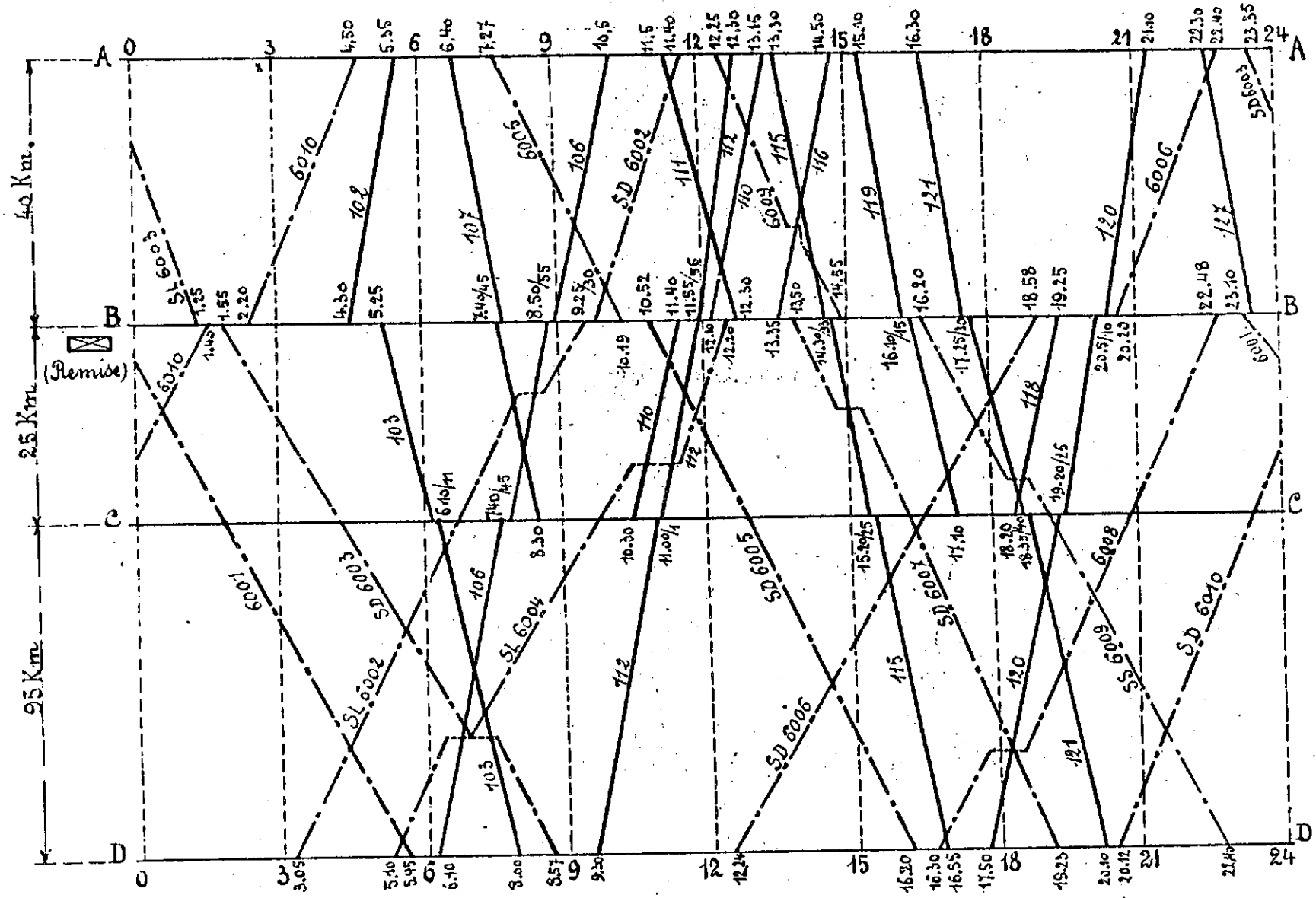


Fig. 40

Graphique des trains de voyageurs et de marchandises de la section BE.

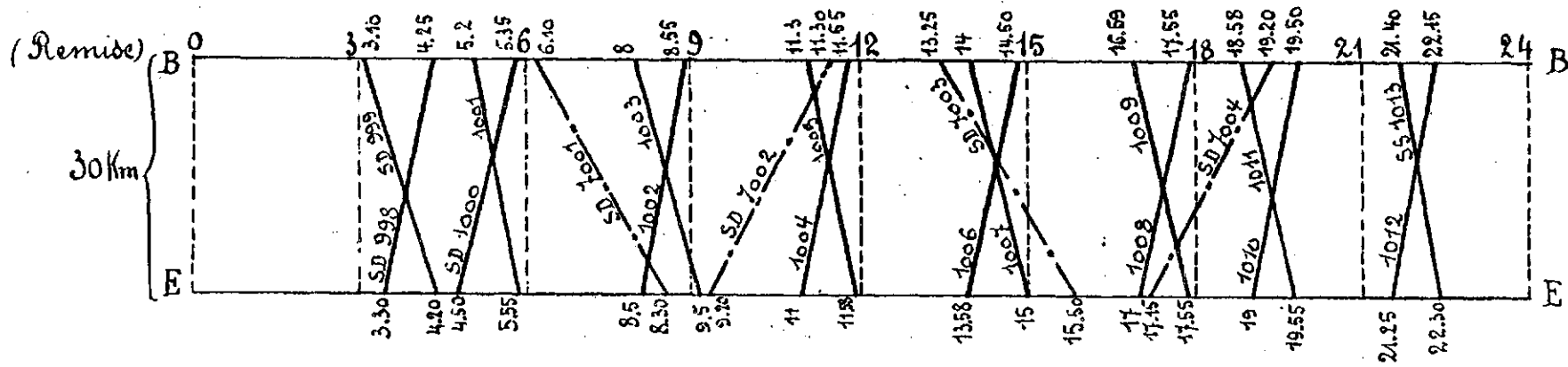


Fig. 41

Graphique des trains de voyageurs et de marchandises de la section BF.

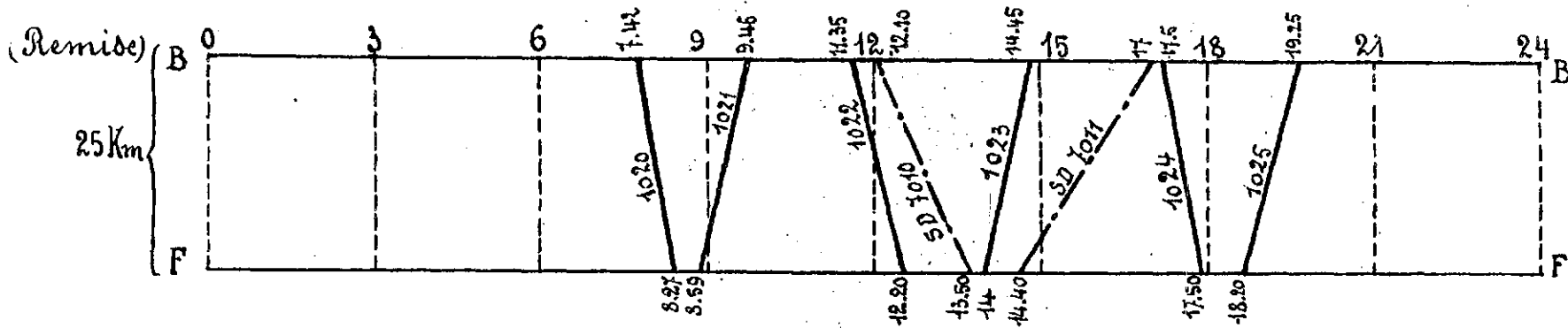


Fig. 42

II. - Locomotives type 15.

Lignes BE et BF.

N° des trains	Départ de B	arrivée à E	N° des trains	Départ de E	arrivée à B	N° des trains	Départ de B	arrivée à F	N° des trains	Départ de F	arrivée à B.
SD 999	3,10	4,20	SD 998	3,30	4,25	1020	7,42	8,27	1021	8,59	9,40
1001	5,2	5,55	SD 1000	4,50	5,55	1022	11,15	12,20	1023	14	14,45
1003	8,.	9,5	1002	8,5	8,55	1024	17,5	17,50	1025	18,30	19,15
1005	11,3	11,58	1004	11	11,55						
1007	14,.	15	1006	13,58	14,50						
1009	16,59	17,55	1008	17,00	17,55						
1011	18,58	19,55	1010	19,.	19,50						
SS 1013	21,40	22,30	1012	21,25	22,15						

III. - Locomotives type 32.

Lignes BE et BF.

SD 7001	6,10	8,30	SD 7002	9,20	11,30	SD 7010	12,10	13,50	SD 7011	14,40	17,00
SD 7003	13,25	15,50	SD 7004	17,15	19,20						

IV. - Locomotives type G8¹.

Ligne A. B. C. D.

Numéro des trains	Heures de départ et d'arrivée aux stations de			Numéro des trains	Heures de départ et d'arrivée aux stations de				
	A	B	D		D	B	A		
6001		23,10	5,45	SD SL 6002	3,05	9,25	9,30	11,40	
SD 6003	23,25	1,25	1,55	8,57	SL 6004	5,45	12,20		
SD 6005	7,27	10,19	10,52	16,20	SD 6006	12,24	18,58	20,20	22,40
SD 6007		13,50	19,23	6008	16,30	22,48			
SS SD 6009	12,25	14,55	16,26	22,40	SD 6010	20,12	1,45	2,20	4,50

Indépendamment de la traction des différents trains spécifiés ci-dessus, il faut prévoir les éléments nécessaires pour assurer les prestations spéciales ci-après :

I. - Locomotives type 8.

Un service de planton de 4 à 22 heures à B.

II. - Locomotives type 15.

Des services de manœuvres de gare à E de 6 à 8, de 9,15 à 11 et de 15 à 17 h.
" " " F de 12,30 à 14 h et de 17,50 à 18,30 h.

III. - Locomotives type 32.

Des services de manœuvres de gare SD à E de 8,30 à 9,20 et de 15,50 à 17,15 h.
" " " F de 13,50 à 14,40 h.

IV. - Locomotives type G8^A.

Des services de réserves allumées de 8 à 16 h. (SD)
9 à 17 h.
12 à 20 h. (SD)
15 à 23 h. (SD)
18 à 2 h. (SD)
22 à 6 h.
23 à 7 h. (S.D)

V. - Locomotives type 23.

Cinq services SD de manœuvres de gare de 0 à 24 h.

VI. - Locomotives type 51.

Un service de manœuvres de gare SD de 0 à 24 h.
Un " " " SD de 6 à 22 h.
Un " " " régulier de 6 à 14 h.

En ce qui concerne les délais nécessaires, en B et D, pour la préparation et la mise au train des locomotives avant le départ du premier train d'une part, et pour le ravitaillement et le remisage après l'arrivée du dernier train d'autre part, il conviendra de prévoir :

pour les locomotives type	8 ou P 8,	45'	avant le départ et après l'arrivée,
"	"	15,	40' " " "
"	"	32,	45' " " "
"	"	G 8 ^A ,	45' " " "

En D, il faut exceptionnellement 1^h15 avant le départ pour les locomotives type 8 qui assurent le chauffage préalable des trains de voyageurs.

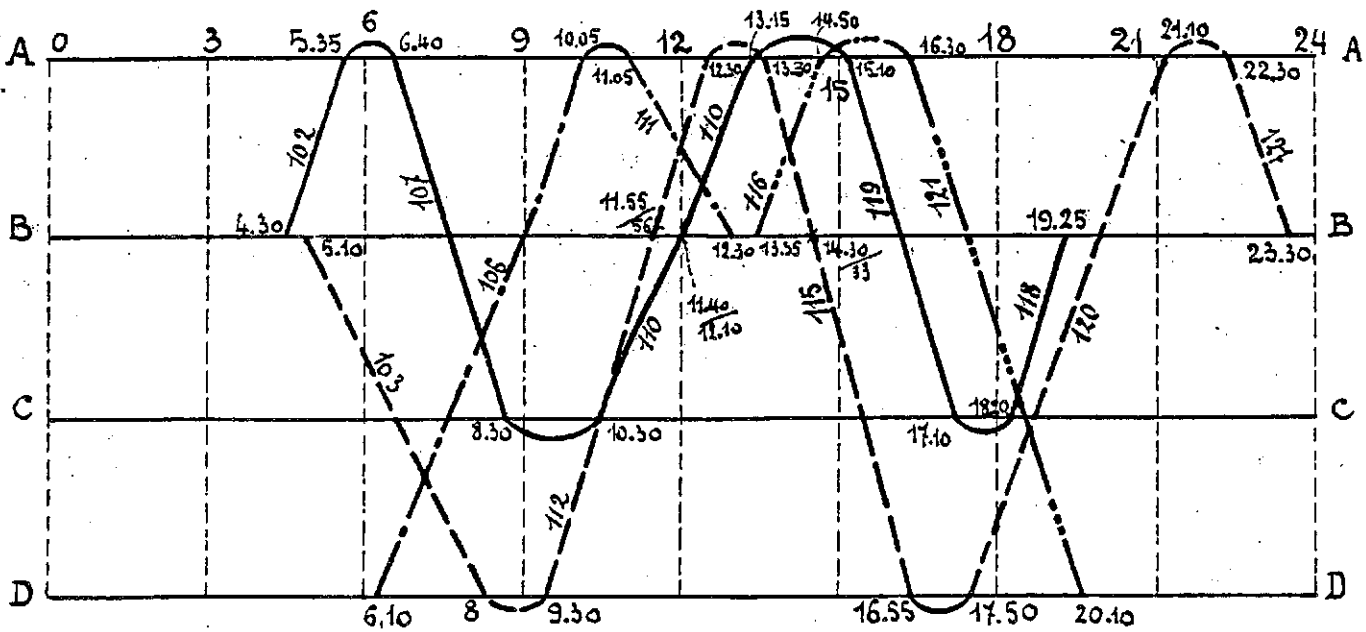
Il va sans dire que si ces délais ne pouvaient, pour une cause quelconque, être observés de façon stricte, il serait nécessaire de prévoir les services de relais voulus.

Formation des prestations. En possession de ces données, nous envisagerons successivement, pour chacun des types de locomotives désignés, les trains et services spéciaux auxquels ils doivent être affectés.

I Services par locomotives type 8. Considérons d'abord les machines type 8 et traçons le graphique des trains qu'elles doivent remorquer.

Remise B.

Série A Locomotivestype 8 DE.



En principe, il faut admettre, dans un service de trains de voyageurs, que les locomotives sont desservies normalement en double équipe. Cette règle ne souffre d'exception que pour les trains à très longs parcours et nécessitant un décaucher au point d'arrivée, parce que le voyage aller et retour ne peut être effectué dans l'amplitude réglementaire d'une prestation.

Examinons donc, avant de déterminer les prestations du personnel, l'ordre dans lequel les moteurs remorqueraient

éventuellement les convois au départ du point d'attache B. Tenant compte des battements qui se présentent aux stations de coincidence, cette étude permet d'arriver aux conclusions suivantes:

- 1^{re} prestation - locomotive : trains 102-107-110-119-118 (de 4^h30 à 19^h25).
- 2^e " " : trains 103-112-115-120-127 (de 5^h10 à 23^h30).
- 3^e " " : trains 116-121 (démouler) (de 13^h35 à 20^h10).
- 4^e " " : trains 106 (après démouler) 111- (de 6^h10 à 12^h30).

Pour plus de clarté, dans chacune de ces prestations les trains sont figurés au graphique par des traits de forme bien distincte.

La durée de la première de ces prestations, comptée entre l'heure de départ du 1^{er} train et celle du retour à la station B du dernier train, atteint 14^h55. On peut en conclure, à priori, que la prestation de chacun des deux personnels desservant la machine s'élèverait à 7^h30 en moyenne, sans compter les délais pour préparation et remisage. Or, comme le 2^e personnel relayerait le premier au passage d'un train à B, il en résulte qu'il suffira d'ajouter 45' pour préparation du moteur à la prestation de celui-ci et 45' pour remisage de la machine à celle de son coéquipier. La prestation moyenne de chaque équipe atteindrait donc environ 8^h15, c'est-à-dire qu'elle ne dépasserait pas le maximum de 10 heures.

La décomposition de la prestation-locomotive en prestations du personnel nous amène dans le cas envisagé à fixer le relais en B, au passage du train 110, d'où la formation des services suivants:

1 a) 102 (B-A) - 107 (A-C) - 110 (C-B) : de 4.30 à 11.40 h ; en y comprenant 45' pour préparation avant le départ et 20' comme partie du stationnement du 110 en B, la prestation s'étend de 3^h45 à 12.00 h et atteint donc 8^h15.

1 b) 110 (B-A) - 119 (A-C) - 118 (C-B) : de 12^h10 à 19^h25.

Comme la 2^e équipe relève la 1^e à 12^h00 et qu'il

fait 45' comme temps après l'arrivée, la prestation totale doit être fixée de 12 à 20^h10 et vaut 8^h10.

En appliquant la même méthode à la seconde prestation - locomotise, on est amené à fixer l'échange de personnel en B, au passage du 115 à 14^h30. Aucune autre combinaison n'est possible si l'on veut respecter le maximum de 10 heures de service: en effet, en relayant à B au passage du 112 à 11^h55, la prestation de la première équipe serait de 6 h. environ, tandis que celle de la 2^e dépasserait 11 heures.

Nous établissons ainsi les deux nouvelles prestations suivantes:

- 2 a) 103 (B-D) - 112 (D-A) - 115 (A-B) de 4.40 à 14.33 h. ou 9^h53
 - 2 b) 115 (B-D) - 120 (D-A) - 127 (A-B) de 14.30 à 0.15 h. ou 9^h45
- en y comprenant les délais avant et après.

La 3^e prestation - locomotise, ainsi que la 4^e nécessitent chacune une prestation normale de personnel en y ajoutant, bien entendu, les délais réglementaires pour préparation et remisage:

ces prestations s'établissent comme suit:

- 3 a) 116 (B-A) - 121 (A-D) de 12^h40 à 20.55 h. ou 7^h55.
- 4 a) 106 (D-A) - 111 (A-B) de 4^h55 à 13.00 h. ou 8^h05.

Celles devront être consécutives dans le roulement qui sera établi parce que les éléments qui les desservent découchent en D

Enfin, comme les locomotives type 8 doivent assurer un service de planton de 4 à 22 heures, il nous reste à fixer les prestations y afférentes, qui peuvent être fixées comme suit:

- 5 a) 4 à 12 = 8 heures ou 4 à 13 = 9 heures ou 4 à 14^h = 10 h.
- 5 b) 12 à 22 = 10 heures ou 13 à 22 = 9 heures ou 14 à 22 = 8 h.

En résumé, les prestations du personnel suivantes sont à prévoir pour la desserte des trains et plantons par les locomotives type 8.

1)	3,45	à	12	ou	8 ^h 15
2)	12	à	20,10	ou	8 ^h 10
3)	4,40	à	14,33	ou	9 ^h 53
4)	14,30	à	0,15	ou	9 ^h 45
5)	12,40	à	20,55	ou	7 ^h 55
6)	4,55	à	13	ou	8 ^h 05
7)	4	à	13	ou	9 ^h
8)	13	à	22	ou	9 ^h
Total					70 ^h 03

La prestation totale de huit services considérés ne devrait pas dépasser $8 \times 8 = 64$ heures. Comme elle s'élève en réalité à 70^h 03, nous devons forcément intercaler dans le roulement ou bien un service de courte durée donnant lieu à compensation ou un neuvième service "transition", ce qui réduira la moyenne journalière à $70.03 : 9 = 7^h 47$, c'est-à-dire à un taux normal.

De plus, comme tous les services prévus sont réguliers, la série à agencer devra comprendre deux services "repos", le personnel devant disposer d'un congé de l'espèce un jour sur 6. Cela nous conduit à un minimum de 11 services auxquels il faudra ajouter un 12^e, à rechercher, pour former un roulement de six locomotives en double équipe.

II. Services par locomotives type 15. Les considérations formulées pour les locomotives type 8 s'appliquent aux machines type 15, qui remorquent également des trains de voyageurs. Nous suivrons donc la même méthode pour la formation des prestations assurées par ces derniers moteurs.

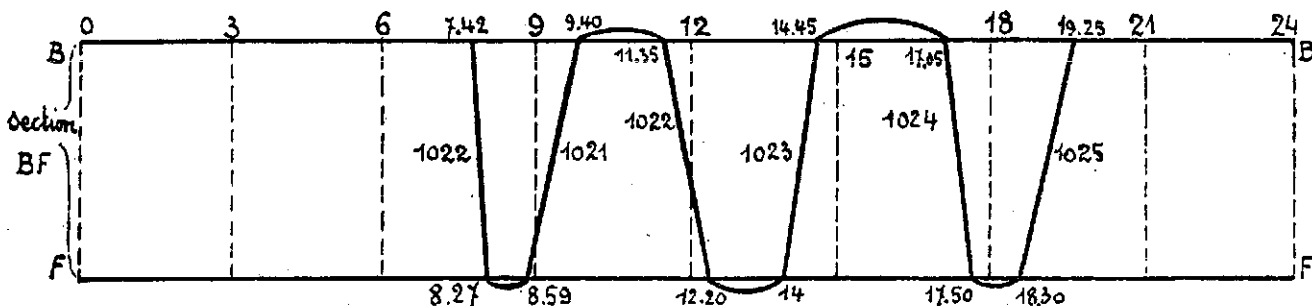
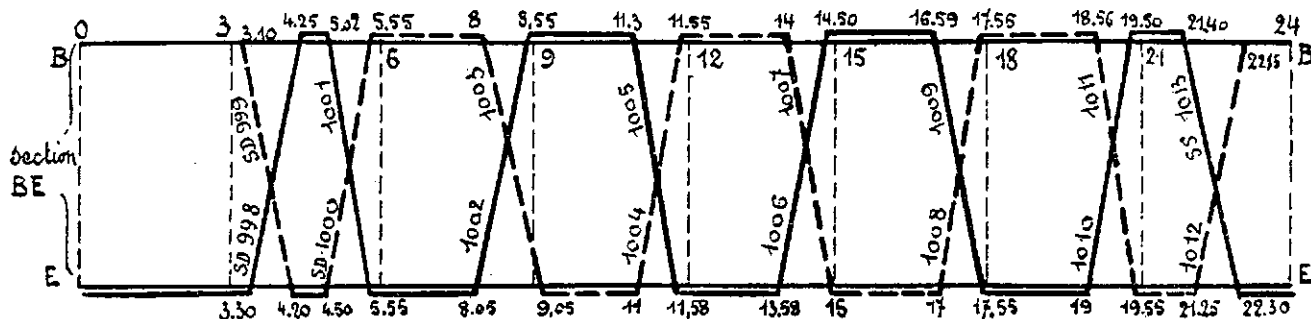
Tracés les graphiques des trains de voyageurs circulant sur les sections BE et BF à desservir par des locomotives type 15 et indiquons à ces graphiques les trains concordants que nous réunissons dans une même prestation-locomotive :

Remise B.

Série B.

Locomotivetype 15.

DE.



Nous avons donc réuni les trains qui nous occupent dans les trois prestations-locomotives suivantes :

- 1°) SD 999 - SD 1000 - 1003 - 1004 - 1007 - 1008 - 1011 - 1012 (de 3^h10 à 22^h15).
- 2°) 1001 - 1002 - 1005 - 1006 - 1009 - 1010 - 55 1013 - SD 998 (de 5^h2 à 4^h25).
- 3°) 1020 - 1021 - 1022 - 1023 - 1024 - 1025 (de 7^h42 à 19^h25).

L'amplitude de ces services-machines est telle que le premier nécessitera au moins l'emploi de deux personnels, le 2^e, l'utilisation de trois personnels et le 3^e, de deux personnels. En outre, le service 2 s'étendant sur une période de 24 h environ, il comprend forcément un service de nuit. Dès lors, il faut envisager la possibilité de trouver une 2^e prestation de l'espèce dans un autre service afin de l'utiliser, le cas échéant, pour l'agencement rationnel de la série.

Ces considérations font apparaître les combinaisons de prestations-personnels suivantes :

Prestation-locomotive n°1.

1^{re} hypothèse. 1a) 999-1000-1003-1004 (de 3.10 à 11^h55). En y ajoutant 40' pour préparation et 40' pour remisage, la prestation totale atteint 10^h05, ce qui dépasse le maximum autorisé. Il faudra donc avoir recours éventuellement à un relais pour réduire l'amplitude à 10 heures au plus.

1 b) 1007-1008-1011-1012 (de 14 à 22^h15). Les délais pour préparation et remisage (2 x 40') portent la prestation à 9^h35.

2^e hypothèse (service de nuit).

1a) 1003-1004-1007-1008 (de 8 à 17.55 ou 9 heures 55). - La prestation atteignant 10 h. environ, le personnel devra être relayé avant le départ et après l'arrivée.

1 b) 1011-1012 - libre deux heures - 999-1000 (de 18^h58 à 5^h55 soit 10.57 - 2 = 8^h57). En y ajoutant les délais supplémentaires normaux pour préparation et remisage, soit 80', la prestation totale dépasserait également 10 h. - Force sera de recourir soit au relais, soit à un autre expédient, à rechercher à l'occasion de l'agencement des services.

Prestation - locomotive n° 2. Sa seule subdivision logique de ce service en prestations du personnel se présente comme suit :

2 a) 1001-1002 (de 5.02 à 8^h55, soit avec délais supplémentaires de 40' chacun, de 4.22 à 9^h35, ou 5^h13 de prestation).

2 b) 1005-1006-1009-1010 (de 11^h03 à 19^h50 ou, avec les délais supplémentaires, de 10^h23 à 20^h30, soit 10^h7 à ramener par relais ou autre expédient à 10 h).

2 c) 1013 - libre deux heures - 998 (de 21.40 à 4.25 ou, avec les délais supplémentaires, de 21 à 5.5, soit 8^h5, dont 2 heures à réduire, ou 6^h05 de prestation).

Prestation - locomotive n° 3. Deux combinaisons se présentent :

la première groupant, d'une part, les trains 1020-1021-1022-1023 (7.42 à 14.45 h) et d'autre part, 1024-1025 (17.5 à 19^h25); la seconde, réalisant une prestation comprenant les 1020-1021 (7.42 à 9.40 h) et une deuxième avec les 1022-

1023. 1024. 1025 (11.35 à 19^h.25)²²⁶.

En ajoutant les délais réglementaires supplémentaires, nous obtenons les prestations suivantes :

1^e hypothèse : 3 a) 1020. 1021. 1022. 1023 (de 7^h.02 à 15^h.25 = 8^h.23).

3 b) 1024. 1025 (de 16^h.25 à 20^h.5 = 3^h.40).

2^e hypothèse : 3 a) 1020. 1021 (de 7^h.02 à 10^h.20 = 3^h.18).

3 b) 1022. 1023. 1024. 1025 (de 10^h.55 à 20^h.5 = 9^h.10).

Pour nous résumer, les services personnels ci-après sont à considérer. Ils comprennent les manœuvres de gare prescrits en E et F, où elles sont effectuées par les machines en stationnement.

1^e hypothèse.

1°) de 2^h.30 à 12^h.30 = 10 heures.

2°) de 13^h.20 à 22^h.55 = 9.35 h.

3°) de 4^h.22 à 9^h.35 = 5.13 h.

4°) de 10^h.23 à 20^h.23 = 10 h.

5°) de 21^h à 5.5 (lire 2 h) = 6.5 h.

6°) de 7^h.02 à 15^h.25 = 8.23 h.

7°) de 16^h.25 à 20^h.5 = 3.40 h

total 52.56 h

2^e hypothèse.

1°) de 8^h à 17^h.55 = 9.55 h

2°) de 18^h.18 à 6^h.18 (lire 2 h) = 10 h.

3°) comme ci-contre = 5.13 h.

4°) " = 10 h.

5°) " = 6.5 h.

6°) de 7^h.02 à 10^h.20 = 3.18 h.

7°) de 10^h.55 à 20^h.5 = 9.40 h

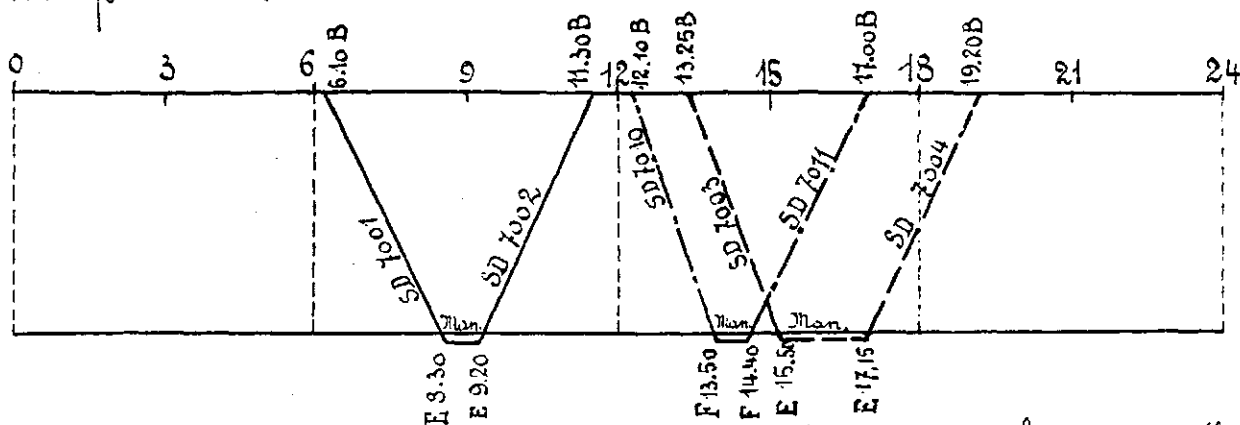
total 54.11 h

La prestation totale autorisée des 7 personnels étant de $7 \times 8 = 56$ h., elle est supérieure aux totaux ci-dessus. Pour former une série, il serait nécessaire d'ajouter aux 7 prestations ci-dessus, au moins 1 service repos, ce qui permettra de former une série de roulement de 4 locomotives desservies en double équipe.

III. Services par locomotives type 32. Ils se rapportent exclusivement à la desserte de convois sur les sections BE et BF, avec des manœuvres de gare pendant les stationnements à E et F. Il est prévu 45' pour la préparation avant le départ et 45' pour remisage après l'arrivée.

Le tracé du graphique ci-dessus montre immédiatement la composition des services, tant des locomotives que

du personnel.



- 1^{er} service : SD 7001, manœuvres à E - SD 7002 (6.10 à 11.30 h.; avec délais: 5.25 à 12.15 h., soit 6^h 50).
- 2^e " : SD 7003, manœuvres à E - SD 7004 (13.25 à 19.20 h.; avec délais: 12.46 à 20,5 h., soit 7^h 25).
- 3^e " : SD 7010, manœuvres à F - SD 7011 (12.10 à 17 h.; avec délais: 11.25 à 17.40 h., soit 6^h 15).

Total des 3 prestations : 20.30 h. soit une moyenne de 6^h 50, ce qui est insuffisant : à l'occasion de l'agencement des services, il conviendra d'examiner l'adjonction de certaines prestations supplémentaires permettant de retirer du personnel un travail complet de 8 heures environ.

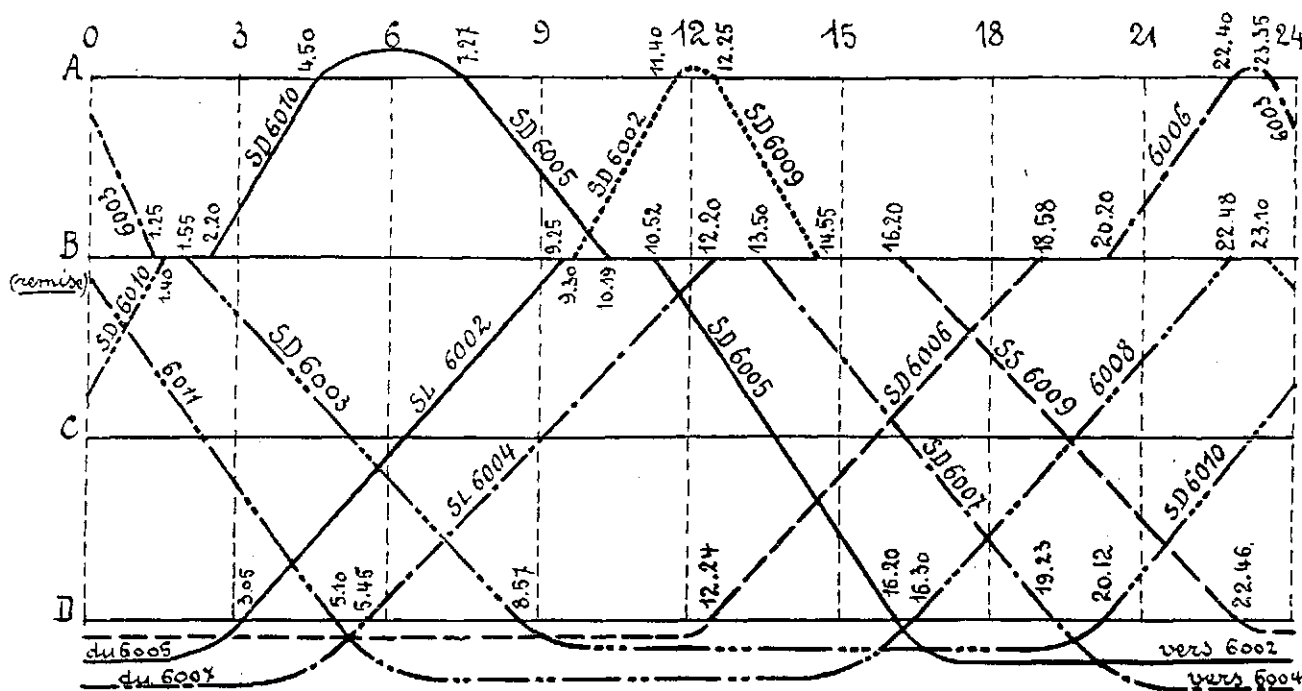
Tous ces services étant SD, les 3 personnels y affectés pourront reposer le dimanche. Trois équipes suffiront donc.

IV. Services des Locomotives Type G 8¹. Deux catégories de prestations que nous examinerons séparément sont prévues pour ce type de moteur : a) la remorque de trains de marchandises ; b) les réserves allumées.

Tracçons le graphique des trains de marchandises à tractionner par les machines type G 8¹ (voir page 228).

L'étude de ce tableau nous révèle les particularités suivantes :

Sur la section B - A, il est possible de grouper les trains par couples (un aller et un retour) dans les limites d'une prestation de personnel (10 heures maximum), en tenant compte de ce que les délais pour préparation et remisage

Série J - Locomotives G 8¹ S. E.

sont fixés chacun à 45 minutes.

Sur la section B-D, par contre, sur laquelle tous les trains circulent de bout en bout, la durée de remorque proprement dite (6 heures environ) est telle qu'en y ajoutant les délais supplémentaires ($2 \times 45' = 1^h 30'$), la prestation totale du personnel s'élève pour chaque train, tant à l'aller qu'au retour à $7^h 30'$ environ, c'est-à-dire qu'elle atteint, à peu de chose près, la durée normale de la journée de travail. Encore faut-il admettre que les convois observent strictement leur horaire, ce qui n'est pas toujours le cas pour cette catégorie de trains, qui, en mauvaise saison, sont, pour des causes diverses, sujets à des déshouragements parfois importants. On ne peut donc envisager la possibilité d'effectuer des voyages aller et retour en une prestation du personnel, et, dès lors, on doit forcément avoir recours aux services à décaucher en D.

Les considérations nous amènent à établir comme suit les prestations du personnel; celles-ci se confondront

avec les prestations - locomotives, les moteurs étant, pour les raisons indiquées précédemment, desservis normalement en simple équipe (trains à long parcours avec décaucher au point extrême). Il est entendu que les prestations comprennent les délais supplémentaires de 45' avant et après la remorque.

1°) SD 6010 - SD 6005	1.35	à	11.4	, soit	9 ^h 29	de service.
2°) SD 6002 - SD 6009	8.45	à	15.40	"	6 ^h 55	"
3°) SD 6006 - SD 6003	10.35	à	2.10	"	6 ^h 35	"
4°) 6001	22.25	à	6.30	"	8 ^h 05	"
5°) SD 6003	1.10	à	9.42	"	8 ^h 32	"
6°) SD 6005	10.7	à	17.5	"	6 ^h 58	"
7°) SD 6007	13.5	à	20.8	"	7 ^h 3	"
8°) SS 6009	15.41	à	23.25	"	7 ^h 44	"
9°) SL 6002	2.20	à	10.10	"	7 ^h 50	"
10°) SL 6004	5.00	à	13.5	"	8 ^h 5	"
11°) SD 6006	11.39	à	19.43	"	8 ^h 4	"
12°) 6008	15.45	à	23.33	"	7 ^h 52	"
13°) SD 6010	19.27	à	2.30	"	7 ^h 03	"

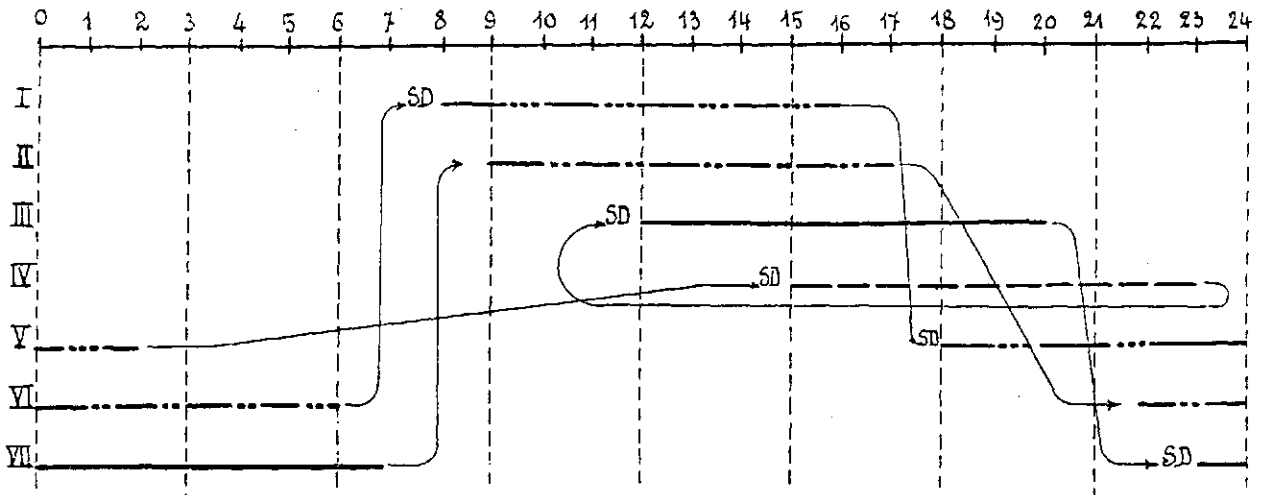
Prestation totale 100^h 15

Prestation totale exigible 8 x 13 = 104^h 00

A priori, 13 personnels suffiront pour couvrir les services de route. Comme 11 sur 13 de ces derniers sont SS, SD ou SL, la plupart des repos pourront être accordés à la faveur de la suppression des trains. Il suffira, à première vue, de prévoir un service "repos", d'où l'on peut conclure que le service total exigera l'emploi de 14 personnels et ipso facto de 14 locomotives type G 8¹ en service.

Les locomotives type G 8¹ doivent être affectées également aux huit services de "réserve allumée" figurés au graphique ci-dessous (page 230).

Les 7 prestations sont toutes égales à huit heures, et 5 d'entre elles étant SD, il suffira de prévoir un 8^e service "repos", pour former une série composée exclusivement de



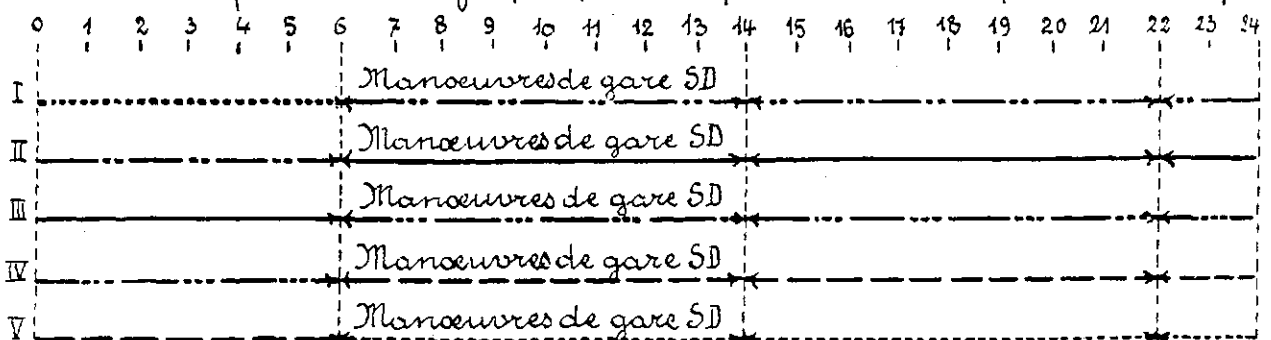
services de réserve.

Il restera à déterminer si, selon les nécessités du service, ces prestations peuvent être assurées par des machines desservies en double équipe, ou sinon, si la simple équipe, plus souple, doit être envisagée. Dans le premier cas, 4 locomotives type G 8¹ et 8 personnels suffiront. Dans le 2^e, il faudra théoriquement 8 machines et 8 personnels.

Services par locomotives type 23. Le programme des charges de la remise B prévoit la fourniture de cinq services SD de manœuvres de gare de 0 à 24 heures.

En l'occurrence, chacune des cinq locomotives type 23 en service est desservie successivement par trois équipes travaillant chacune huit heures et se relayant entre elles, d'après la formule en usage sur le réseau belge, respectivement à 6, 14 et 22 heures.

La représentation graphique des prestations est reproduite ci-après.

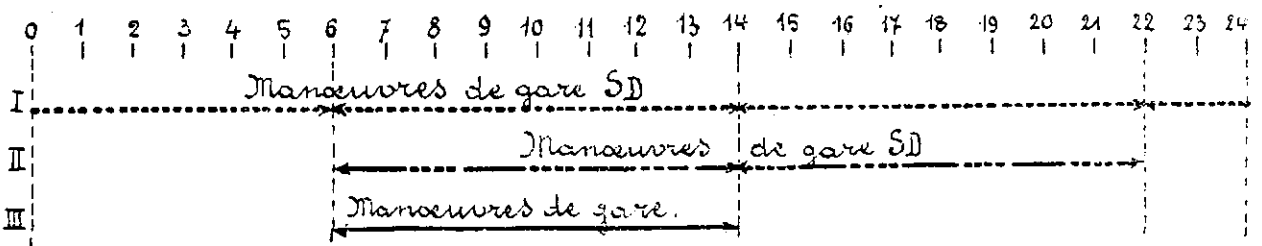


Ces prestations étant SD, c'est-à-dire supprimées depuis le dimanche matin 6 heures jusqu'au lundi matin 6 heures, les 15 équipes peuvent reposer simultanément et jouissent ainsi du repos hebdomadaire. Aucune équipe supplémentaire ne doit donc être prévue pour assurer les repos.

VI. Services des locomotives type 51. Il nous reste à examiner les trois services de manœuvres de gare à effectuer par trois machines type 51, dont le premier SD comporte 24 heures de manœuvres, assurées, comme pour les locomotives type 23, par 3 équipes se relayant successivement après 8 heures de travail à 6, 14 et 22 heures ; le second, SD également, s'étendant de 6 à 22 heures et nécessitant, par conséquent, deux équipes travaillant respectivement de 6 à 14 et de 14 à 22 h., soit deux prestations de huit heures; enfin, le troisième, régulier, absorbant l'emploi d'une équipe de 6 à 14 heures.

Au total, $3 + 2 + 1 = 6$ équipes sont nécessaires. A la faveur de la suppression du travail le dimanche, cinq d'entre elles jouissent du repos hebdomadaire, la sixième devant être remplacée par un personnel de réserve qui, selon toute vraisemblance, pourra être fourni par les desservants d'autres locomotives dont le travail est suspendu le dimanche. Cette sixième équipe profitera ainsi également du repos hebdomadaire, tout en n'obligeant pas la remise à avoir recours à un personnel supplémentaire.

ci-dessous la représentation graphique des prestations fournies par les locomotives type 51.



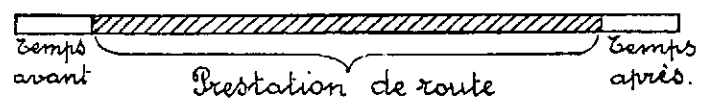
Récapitulation. Si nous récapitulons les nombres de personnels théoriquement nécessaires par application de la journée de huit heures et du repos hebdomadaire, pour les divers services de locomotives envisagés, nous arrivons à :

12	personnels	pour le service des machines type 8	
7	"	"	" 15
3	"	"	" 32
13	"	"	" G8' (route).
8	"	"	" G8' (réserves allumées).
15	"	"	" 23
6	"	"	" 51
_____ soit au total			

65 personnels.

Nous verrons plus loin si l'agencement des prestations locomotives et personnels en séries de roulement ne modifiera pas ces prévisions théoriques.

61. Détermination des temps avant et après. Pour que la formation d'une prestation soit complète, il faut ajouter à la prestation effective sur la route, au temps qui s'écoule entre le premier départ et l'arrivée du dernier train de la prestation, le temps nécessaire pour les opérations avant et après, de sorte que la prestation se présente graphiquement comme ci-dessous :



Nous allons maintenant à indiquer comment on détermine les temps avant et après. Nous montrerons ensuite dans quelles conditions on peut faire abstraction de tout ou partie de ces temps.

Temps avant. Rappelons que le temps avant comprend : la mise en pression, le grainage, la visite et l'essai des appareils et les opérations diverses (prise de la feuille de travail par le machiniste, visa du livre d'ordres, allumage

du disque, etc.) ; il faut dans tout cela tenir compte notamment du temps nécessaire au personnel pour se rendre à sa machine ; enfin la mise au signal et le recul en gare, ce temps étant compté jusqu'au moment du départ.

Les temps avant et après le service ont acquis une importance relative de plus en plus élevée au fur et à mesure que la durée de la prestation diminuait. En effet, toutes choses égales, la durée des opérations en question n'a pas changé, de sorte que la réduction de la durée de la prestation a porté exclusivement sur la prestation effective de route, c'est-à-dire sur la partie utile du travail du machiniste. Ainsi, pour fixer les idées, si les temps avant et après étaient chacun de 1^h 30', cela représenterait 3 h. sur une journée de 10 h, soit 30%, tandis que sur une journée de 8 h, cela représente 37,5% ; si ces temps étaient d'une heure chacun, cela ferait 20% de la prestation avant l'application de la journée de huit heures, et 25% dans le nouveau régime. Au reste, avant comme après la mise en vigueur de la journée de huit heures, la perte était considérable ; il importait de la réduire, d'autant plus qu'elle ne constitue pas le seul déchet dans l'utilisation du personnel de la machine, puisqu'il faut encore réduire de la prestation de route, pour avoir le temps précis employé à la conduite des trains, les battements et les stationnements en cours de service ; nous verrons que si l'on tient compte de ces déchets, le temps employé à la conduite des trains proprement dite, se réduit à bien peu de choses. L'organisation du service du machiniste, tant avant le départ qu'après la rentrée, doit donc faire l'objet d'une étude toute spéciale ayant pour but la réduction de la durée des temps avant et après ; on peut ainsi augmenter le rendement du personnel roulant, et limiter plus aisément la durée totale de la prestation journalière de façon à maintenir celle-ci au-dessous du maximum réglementaire.

En ce qui concerne le temps avant, il importe, pour procéder à cette étude, de s'inspirer des règles générales ci-après :

1) L'allumage des machines peut être poussé suffisamment loin par les allumeurs pour que la mise en pression puisse s'effectuer pendant le temps réservé aux autres opérations, quelque réduite que soit la durée de celles-ci, sans qu'il soit nécessaire de prévoir un délai spécial pour cette mise en pression par le personnel de la machine. En d'autres termes, le service de l'allumage peut être chargé de la mise en pression à un point approprié, tel que le machiniste n'ait qu'à parachever cette mise en pression.

En pratique, l'allumeur doit obtenir une pression de 2 à 5 kg. suivant les circonstances.

2) Le graissage des locomotives peut être organisé de façon précise et méthodique, lorsque l'on dispose d'appareils bien conçus, bien réglés et en bon état d'entretien.

L'expérience a montré que les opérations de graissage avaient été fort mal comprises jusqu'en ces derniers temps. Le graissage était trop abondant et trop fréquent. On apportait peu de méthode dans l'exécution de ce travail. Les graisseurs n'étaient pas bien entretenus ou de systèmes défectueux. On a pu constater que la régularité du graissage provenait bien plus du bon état des graisseurs et de leur bon entretien, que d'une alimentation fréquente, peu précise et peu méthodique. On a établi qu'avec une machine bien équipée et bien en ordre, l'alimentation des appareils pouvait être dosée avec précision.

D'autre part, la généralisation de l'emploi du perfect packing pour l'équipement des boîtes à huile, assure pour celles-ci un graissage régulier et réduit les aléas aux minimums; les graissages peuvent être espacés et fixés très souvent à des moments mieux appropriés que ceux du départ. L'adoption pour le mouvement extérieur et les pièces facilement accés

sibles de graisseurs fermés hermétiquement au moyen de bouchons vissés par exemple, et dont le débit est réglé avec précision au moyen d'organes appropriés (épinglette, cheville, etc.) donne toute garantie; de cette façon, les opérations peuvent aussi être espacées et fixées à des moments judicieusement choisis de manière à alléger la tâche du début du service. Très souvent enfin, le graissage peut être complété après le recul en gare. On peut ainsi, moyennant un montage convenable du moteur arriver à dresser pour chaque type de moteurs un programme logique des opérations de graissage qui permet d'effectuer aisément celles-ci dans les délais fixés. Par la même occasion, le service du machiniste en est allégé et nous sommes amenés à tenir nos moteurs constamment dans le bon état d'entretien où ils devraient toujours se trouver, de manière que les irrégularités de route soient réduites au minimum.

3) Les autres opérations à effectuer avant le départ doivent être examinées dans le même esprit. Le moteur, au moment de la prise de service du machiniste, doit être en ordre. Il a subi à la rentrée une visite approfondie et les travaux d'entretien requis ont été effectués. Dès lors, l'intervention du machiniste doit se borner à la visite des organes essentiels et principalement des freins et des appareils d'alimentation ainsi qu'aux essais de ces appareils.

En outre, il importe que dans chaque installation on étudie et on recherche les moyens propres à éviter les pertes de temps: garage des moteurs dans l'ordre de départ, à un endroit désigné lors de la remise de la feuille et permettant la mise au signal sans entrave et moyennant un minimum d'opérations.

4) La fixation de l'heure de mise au signal doit être faite très soigneusement. Le temps nécessaire pour conduire la locomotive au train varie évidemment avec la distance à parcourir et les difficultés de circulation dans la station; ces difficultés

sont variables d'une station à l'autre et dans une même station suivant l'intensité du mouvement, intensité qui peut elle-même être différente aux divers moments de la journée, c'est-à-dire pour les divers trains de même espèce; enfin les opérations préalables au départ varient d'après la nature du train et les circonstances locales.

Il convient bien entendu de tenir compte des exigences du service de l'exploitation dans la fixation de ces temps, de telle sorte que l'insuffisance de ceux-ci ne empêche pas l'expédition des trains à l'heure prévue lorsque des empêchements auxquels on doit s'attendre normalement contrarient et retardent les opérations. Il faut tenir compte de ces circonstances normales, mais non pas de celles qui doivent être considérées comme fortuites. S'il fallait en effet tabler sur celles-ci, on serait entraîné à prévoir des temps exagérés, incompatibles avec une exploitation économique, et rendant très difficile l'élaboration du roulement des machines.

C'est pourquoi la fixation des heures de mise au signal doit faire l'objet d'un examen contradictoire des services intéressés de l'exploitation et de la traction, où l'on détermine la solution la plus conforme à l'intérêt général du chemin de fer.

La détermination des temps avant, appliqués sur notre réseau a été faite dans l'ordre d'idées exposé ci-dessus et on a ainsi été amené à les décomposer en deux parties, l'une comprenant les temps alloués pour les opérations à la remise y compris la mise au signal, l'autre allant depuis la mise au signal jusqu'au départ. Cette décomposition permet d'étudier séparément chacune des deux parties, la première partie intéressant uniquement la traction, la seconde étant du domaine des deux grands services. Nous donnons ci-dessous les délais retenus actuellement, qu'il suffit d'ajouter pour avoir les temps avant.

Les délais pour préparation des moteurs à la remise,
fixés par types de moteurs, comprennent le graissage, la visite
et la préparation et le poste divers, les moteurs belges et alle-
mands étant séparés.

Délais pour préparation des moteurs.

Type	Temps alloué pour			Total	Type	Temps alloué pour			Total
	graissage	visite et	divers	(minutes)		graissage	visite et	divers	(minutes)
		préparation					préparation		
A. Moteurs belges.									
Locomotives à voyageurs (grande vitesse).					Locomotives à marchandises (grande vitesse).				
atlantix	20	10	5	35	30-32-32°	15	10	5	30
9	20	10	5	35	35°	20	10	5	35
10	30	10	5	45	33-37-38	20	10	5	35
12 ^{bis}	15	10	5	30	40	20	10	5	35
17-18-18 ^{bis} -18°	15	10	5	30	Locomotives à marchandises (vitesse moyenne).				
Locomotives à voyageurs (vitesse moyenne).					25-25 ^{bis}	10	5	5	20
2	10	5	5	20	28-29	10	5	5	20
4	15	5	5	25	36	25	10	5	40
8	20	10	5	35	Locomotives de manœuvres.				
8 ^{bis}	20	10	5	35	11	10	5	5	20
13	20	10	5	35	22	15	5	5	25
15-15°	15	10	5	30	23	15	5	5	25
					50-51-52	10	5	5	20
B. Moteurs allemands.									
Locomotives à voyageurs (grande vitesse).					G8	15	10	5	30
S6	15	10	5	30	G8 ^a	15	10	5	30
S9	15	10	5	30	G9	15	10	5	30
S10 ^{0.1.2}	20	10	5	35	G10	15	10	5	30
Locomotives à voyageurs (vitesse moyenne)					G12	25	10	5	40
P8	15	10	5	30	T14	20	10	5	35
T12	15	10	5	30	T16	15	10	5	30
Locomotives à marchandises (vitesse moyenne)					Locomotives de manœuvres				
G5 ⁴	10	10	5	25	T9 ³	10	10	5	25
G7 ^{1.2.3}	15	10	5	30	T13	10	10	5	25

Pour délais de mise au signal, nous ne donnons que ce qui concerne les principales stations du réseau. Il y a un délai spécial pour machines à voyageurs, à marchandises ou de gare. Il est bien entendu que des exceptions peuvent être apportées à ce tableau dans des cas particuliers.

Mise au signal.

Remises	Temps mise au signal avant le départ.			Remises	Temps mis au signal avant le départ.		
	Hkr	Hkm	Manoeuvres		Hkr	Hkm	Manoeuvres
Bruxelles. Midi	25	15		Ans	15	15	
Bocharlerai	20	20	5	Beasselt	20	20	
Lodelinsart	15	15	10	Herbesthal	20	20	10
Luttre	20	20	5	Sanden	17	17	
Monceau		25	10	Liège	20	20	
Montignies	18	18	10	Pepinster	15	15	
Petton	15	15		Renory	15	15	
Walcourt	10	10	5	S ^t Vith	15	15	
Ansers G.C.	20			Crais. Conts	15	15	
Ansers. Nord		20	10	Vise	20	20	
Ansers. Sud	20	20	10	Hoaine. S ^t . Pierre	30	25	10
Bruxelles. Nord	30			Manage	15	15	10
Sacken		20		Maons	20	20	10
Mouysen	10	20	10	S ^t Ghislain	20	20	10
Merschot	15	10		Orlon	20	20	10
Sausain	20	20		Bertrix	20	20	10
Schaerbeek		20	10	Jemelle	20	20	
Cirlemont	20	20		Namur	20	30	5
Alast	15	15	5	Ronk	25	25	5
Pruges	20	20	10	Tamines	20	15	
Lezeberg (Gand S)	21	21		Virkon	20	20	5
Meirelbeke		22	10	Ath	15	15	
Ostende	20	20		Courtrai	20	20	10
S ^t Nicolas	15	15		Tournai	20	20	10
Bermonde	15	15					

Ainsi que nous l'avons vu précédemment, l'on ne supprime tout ou partie du temps avant, lorsqu'il faut réduire la durée de la prestation, que lorsqu'après avoir supprimé déjà le temps après, l'on n'est pas encore parvenu à un résultat suffisant. On laisse très volontiers exécuter les opérations de préparation du moteur par le personnel qui doit le conduire, parce que ce personnel est plus intéressé que tout autre à la bonne exécution de ces opérations, qu'il subit lui-même les inconvénients d'une préparation mauvaise ou incomplète, et qu'il en est directement responsable. Il est très difficile de répartir les responsabilités au cas où il se produit un incident en cours de route et le personnel qui assure le service effectif peut subir un préjudice matériel important si le moteur a été mal préparé: perte de primes, responsabilité dans les irrégularités et les accidents, etc. Le personnel préparateur n'est pas comme lui intéressé à la bonne exécution du service.

Tandis que l'on pratique le relais systématiquement, surtout dans les grandes séries à marchandises, on n'a donc recours à la préparation du moteur par des agents spéciaux qu'exceptionnellement pour des services déterminés, soit parce que la prestation est trop longue, le moteur étant relayé, soit parce que l'on n'a pu ramener la prestation dans les limites réglementaires, le relais n'étant pas possible (le service se terminant par exemple dans une station non pourvue d'agents pouvant relayer), soit parce que l'intervalle ne serait pas suffisant, même avec relais du service précédent, ou encore parce que le personnel ne peut commencer avant une heure déterminée trop voisine du départ, principalement pour les services suivants un repos (exemple: départ à 6^h10 après un repos). On cherchera à éviter cette solution par des modifications au roulement, mais cela n'est pas toujours possible.

Dans les cas extrêmes, le personnel doit prendre son service en gare; la locomotive est préparée et conduite au train par une autre équipe désignée au roulement. Le

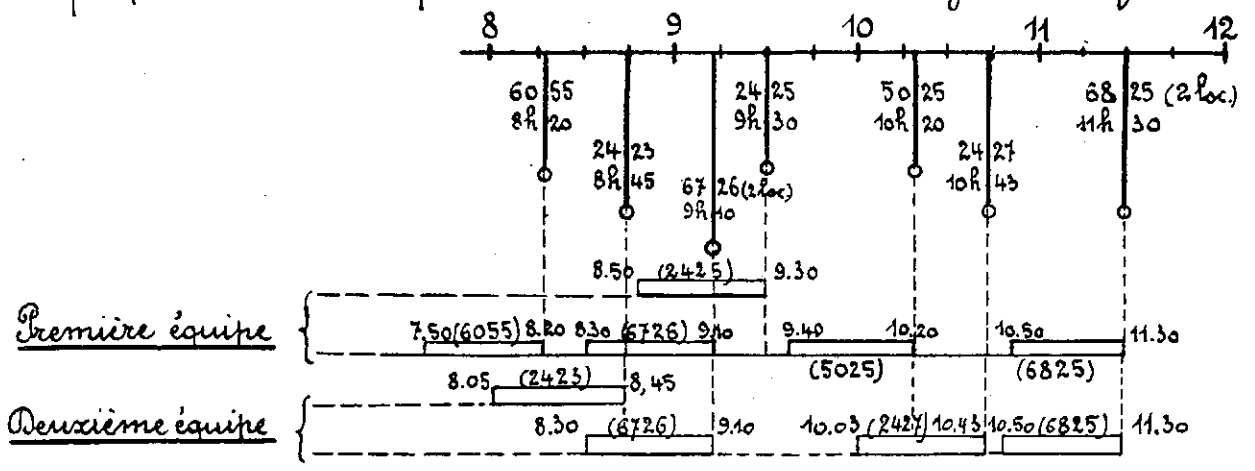
personnel qui fait la remorque dispose par exemple de 5' avant le départ. Exemple: commence à 9^h24', départ à 9^h29'. Le personnel préparateur doit disposer non seulement du temps nécessaire pour préparer le moteur et le conduire au train, mais aussi du temps nécessaire pour rentrer à la remise;

ce temps est à fixer dans chaque cas particulier en tenant compte des dispositions et des circonstances locales, et en cherchant bien entendu à faire rentrer le personnel relayeur le plus rapidement possible. Très souvent d'ailleurs le personnel préparateur est une équipe exécutant ce travail comme complément de prestation, lorsque celle-ci est inférieure à la prestation normale; dans d'autres cas, on distraira un planton à un moment où une réquisition du planton est le moins à craindre, ou bien une réserve; en tous cas, il est désirable d'inscrire la prestation au roulement, donc de la prévoir, et de ne pas la laisser à un personnel à désigner au hasard des circonstances, car on risque alors d'être pris au dépourvu dans les moments difficiles; il vaut mieux aussi ne pas désigner des plantons ou des réserves, parce qu' alors celles-ci ne sont plus complètement disponibles et qu'elles peuvent faire défaut lorsqu'elles ont dû être réquisitionnées, mais ce n'est pas toujours possible; les plantons et réserves doivent pouvoir intervenir au contraire, lorsque l'équipe normalement prévue fait défaut. Enfin, lorsque les cas de préparation se répètent à court intervalle, on peut y affecter un personnel spécial, faute de n'avoir pu introduire ces prestations dans le roulement à titre de complément.

Lorsqu'on peut se borner à ne supprimer qu'une partie du temps averti, le personnel prend son service à la remise, soit au moment de la mise au signal, et alors la préparation proprement dite est exécutée par d'autres agents, soit un certain temps avant la mise au signal, auquel cas la préparation n'est faite que partiellement

et la solution à adopter est la suivante : le graissage, la mise en pression, éventuellement l'allumage du disque, sont faits par l'atelier ; le personnel prend possession de la machine 5 à 10 minutes avant la mise au signal et recule en gare après la visite et l'essai des appareils essentiels ; on arrive ainsi à réduire le temps avant à 30 minutes en moyenne. Ce système présente l'avantage de laisser au machiniste le soin d'exécuter lui-même les opérations qui l'intéressent le plus directement.

La préparation ainsi comprise peut être confiée à une ou plusieurs équipes ; c'est le cas lorsque cette préparation n'est pas systématique ; on évalue alors le temps nécessaire pour la mise au point de chaque moteur d'après les normes indiquées plus haut. Pour distribuer le travail entre les personnels préparateurs, on dresse le graphique des locomotives à préparer. On repère d'abord sur une ligne horizontale



les heures où les diverses machines doivent être mises au point, et l'on trace ensuite un diagramme par équipe, chaque trait double représentant le service de préparation d'une machine, et les différents traits étant répartis en évitant autant que possible les chevauchements, mais en les serrant suffisamment aussi pour éviter l'intervention partielle d'une équipe supplémentaire qui serait mal utilisée. Les chevauchements sont d'ailleurs permis dans une certaine mesure, du moment qu'il y a des creux, puisqu'on peut avancer une partie du travail, de façon à répartir le travail sur toute la prestation.

Ainsi, en supposant un temps uniforme de 40 minutes par moteur comme dans le diagramme ci-dessous, une équipe pourra préparer 3 machines en 2 heures.

Lorsque la préparation est systématique, il convient de modifier la composition des équipes de façon à mieux utiliser les agents. On remarque pour cela que le machiniste a presque exclusivement, à part la surveillance des opérations de ses aides, à effectuer le graissage. On peut compter que le machiniste graissera deux moteurs pendant qu'un aide en prépare un, de sorte qu'on fera des équipes de trois agents composées d'un machiniste et de deux aides (deux manoeuvres au courant de la chauffe suffisent). Le diagramme est dressé comme il est indiqué ci-dessus. Il est très rare qu'une équipe ainsi composée ne soit pas suffisante.

Enfin, il est bien entendu qu'en double équipe, lorsque les prestations des deux équipes se suivent à court intervalle de façon que les opérations après et avant se confondent en partie, ces opérations se partagent indifféremment entre les deux équipes; le personnel suivant peut relayer le précédent, ou celui-ci peut préparer la machine pour le suivant, suivant les circonstances; le problème du relais et de la préparation ne se pose pas.

Temps après. On procède pour le temps après comme pour le temps avant, c'est-à-dire qu'on subdivise cette partie de la prestation en ses opérations essentielles, et qu'on analyse chacune de ces opérations séparément. On est ainsi amené à distinguer successivement:

- 1) le temps nécessaire pour rentrer à la remise, compté depuis l'arrivée du train jusqu'à la rentrée sur les voies de la remise;
- 2) le temps nécessaire pour les opérations à la remise, à savoir: a) pour l'alimentation en combustible; b) pour le virage; c) pour le nettoyage des feux; d) pour le garage du

moteur.

Nous ne tenons pas compte de la prise d'eau. Nous supposons en effet que cette opération a lieu en même temps que l'une des autres. Les grues hydrauliques doivent être disposées de façon qu'il en soit ainsi. Si, exceptionnellement, cela n'est pas possible, on doit ajouter le temps de prise d'eau au délai obtenu. Ce temps dépend évidemment du débit des grues et de la capacité des soutes à remplir; il est à fixer dans chaque cas.

Le délai à accorder pour rentrer à la remise doit être fixé par remise; il augmente évidemment avec la distance à parcourir; il varie suivant le groupe de la station où le train est reçu, et il convient d'y ajouter éventuellement le temps des opérations de manœuvre après l'arrivée. En particulier, dans les gares en cul de sac, où il n'existe généralement pas de liaison avec voie spéciale de dégagement pour la locomotive, il peut s'écouler un certain temps avant qu'on ne puisse retirer la rame, soit qu'elle parte par un autre train un certain temps après son arrivée sans qu'elle puisse être retirée, soit que les mouvements dans la station ne permettent pas cette opération; il faut encore distinguer entre le cas où la rame est retirée par une machine de manœuvre et celui où la machine de remorque refoule elle-même la rame. Il doit en tous cas fixer un délai uniforme pour les trains de même espèce en indiquant avec justification à l'appui les délais qui font exception à la règle générale, train par train. Ces délais doivent être soigneusement vérifiés. Il convient d'examiner s'ils ne sont pas exagérés et s'il ne se produit pas des rétentions abusives. On dresse à cet effet le tableau général des délais de rentrée, au besoin contradictoirement avec le service de l'exploitation, de façon à tenir compte des nécessités des deux services. On dispose ainsi d'un document pouvant servir à vérifier la rentrée régulière des machines et à signaler les rétentions abusives.

En ce qui concerne la durée de chargement, il faut partir d'un temps de base à la tonne (par deux coupons de 500 kg), ce temps de base variant suivant que le chargement se fait au panier, ou mécaniquement, et d'après l'engin dont on dispose. Les temps sont fixés par expérience et représentent des moyennes. Nous donnons ci-dessous les durées de chargement que l'on peut admettre :

à la main (menu et briquettes) : 8 minutes. - à la grue électrique (id) : 5 minutes. - à la grue à vapeur avec grappin (menu) : 2 1/2 minutes. - à l'estacade (menu et briquettes) : 1 minute. - à la tour de chargement (menu) : 1/2 minute.

Le tableau général donné plus loin se rapporte au chargement au panier. On suppose qu'il n'y a pas d'attente au chargement ; ce point sera développé dans l'étude de la manutention. En principe d'ailleurs, chaque fois que la densité des rentrées entraîne des attentes au chargement, le relais s'impose afin que les équipes de route ne perdent pas leur temps au chargement.

Le virage doit comporter au maximum quelques minutes. La durée de cette opération dépend du moyen de virage dont on dispose et de sa situation dans le cycle des appareils de rentrée.

Le nettoyage des feux (grille et cendrier) et de la boîte à fumée ne peut dépasser en principe le maximum de quinze minutes. Il faut tenir compte du système de grille, et vérifier si les moteurs sont rentrés avec un feu bas, c'est-à-dire si les feux ont été secoués et grattés régulièrement en cours de route, de façon à éviter la formation d'une grande épaisseur de mâchefers sur la grille.

La durée du remisage est à fixer d'après la disposition particulière des installations, et aussi par type de moteurs, car on y comprend les opérations accessoires. Il convient de vérifier si les installations sont disposées et le service organisé

de façon que les pertes de temps et les déplacements du personnel soient réduits au minimum. Le chargement de sable se fait bien entendu simultanément avec une autre opération, généralement avec le chargement de combustible lorsque celui-ci est mécanique.

Nous donnons ci-dessous à titre d'indication les délais que l'on peut admettre pour les principaux types de locomotives :

Délais à prévoir pour les opérations n°2.

Types de locomotives	Chargement (au panier)	Virage	Nettoyage des feux	Remisage et éventuellement prise d'eau.
8, 8 ^{bis} , 9, 10, 13, S10, P8	20' à 30'	5' à 8'	15' à 20'	15' à 20'
12 ^{bis} , 17, 18, 18 ^{bis} ou 18 ^o , S6, S9	15' à 20'	5' à 8'	10' à 15'	10' à 15'
2, 4, 15, 15 ^o , T12	10' à 20'	5' à 8'	10' à 15'	5' à 10'
30, 32, 32 ^o , 35, 35 ^o	15' à 20'	5' à 8'	10' à 15'	5' à 10'
33, 37, 38, 40	20' à 30'	5' à 8'	15' à 20'	15' à 20'
36, G12	25' à 35'	5' à 8'	20' à 25'	15' à 20'
25, 29	15' à 20'	5' à 8'	10' à 15'	5' à 10'
G5 ^o , G7 ^o , G8, G9, G10, G8 ^o	20' à 30'	5' à 8'	15' à 20'	10' à 15'
T14, T16	15' à 25'	5' à 8'	15' à 25'	15' à 20'
11, 51.	10'	5' à 8'	10'	5' à 10'
22, 23, 52, T9 ^o , T13, G.C.B.	15' à 20'	5' à 8'	10' à 15'	5' à 10'

Lorsqu'il s'agit de réduire la prestation, c'est, comme nous l'avons vu, sur le temps après que l'on agit de préférence, en relayant le personnel. L'étude du relais revêt suffisamment d'importance pour y consacrer un paragraphe spécial.

62. Organisation du relais à l'arrivée. Nous écartons de cette étude les relais accidentels, nécessaires pour ne pas dépasser la limite réglementaire de la prestation, ou pour libérer le personnel avant 20 heures la veille d'un repos,

ou encore pour que l'intervalle entre deux services dont la succession ne peut être évitée, atteigne 12 heures au moins. Le relais se fait en gare à l'arrivée du train si c'est nécessaire, mais de préférence sur les voies d'arrivée de la remise. Généralement on a recours alors à une équipe disponible; on cherche à utiliser un personnel en complément de prestation; ou, si cela n'est pas possible, on désigne un ou plusieurs personnels affectés spécialement aux relais, lorsque ceux-ci sont assez nombreux et se succèdent avec une certaine régularité. On peut répéter, en ce qui concerne le choix et l'utilisation de ces équipes, tout ce qui a été dit au sujet des équipes affectées à la préparation des moteurs.

Nous envisageons surtout les services de relais importants, nécessaires particulièrement dans les remises à marchandises et établis d'une manière systématique, non pas toujours pour limiter les prestations au-dessous du maximum de 10 heures, mais aussi et surtout pour réduire toutes les prestations de façon à se rapprocher de la moyenne de 8 heures sans avoir recours aux services d'alternement. Il est très utile de posséder pareille organisation dans les remises à marchandises importantes, surtout dans les périodes difficiles, où, par suite des retards auxquels les trains de marchandises sont particulièrement exposés, le personnel rentre à la remise, ayant dépassé largement la prestation normale et souvent même le maximum réglementaire; on dispose ainsi d'un élément régulateur très précieux, car on évite autant que possible l'accumulation des machines sur la cour de la remise, et on permet souvent au personnel de reprendre la prestation suivante avec un intervalle suffisant. Les services de relais sont d'ailleurs susceptibles d'être renforcés suivant les nécessités du moment, et sont composés rationnellement en temps normal. Plus le service de relais est puissant et mieux il est étudié, plus il est apte, même sans renfort important, à faire face à l'ir

régularité des rentrées, très souvent imprévue et si fréquente dans les remises à marchandises.

En principe, le relais s'effectue sur les voies de la remise, soit immédiatement à la rentrée, soit de préférence après la visite contradictoire du moteur, si c'est possible, soit encore après une ou plusieurs opérations de rentrée. Tout dépend de la disposition des installations et de l'organisation adoptée.

De plus, au début de l'organisation du service de relais sur notre réseau, on utilisait un certain nombre d'équipes homogènes composées normalement d'un machiniste et d'un chauffeur, lesquelles prenaient possession d'un moteur à la rentrée, et le conduisaient au remisage comme l'auraient fait les équipes titulaires. De cette façon, chaque équipe relayait trois ou quatre locomotives au maximum, parfois deux seulement, en une prestation de huit heures. Ces équipes de relais étaient donc mal utilisées.

Cette situation était due à l'irrégularité de la succession des rentrées, aux attentes au chargement et à l'occasion de l'exécution d'autres opérations, par suite de l'insuffisance des installations, aux déchets d'utilisation dus à la nature même du travail. En particulier, pendant le nettoyage de fesse, un seul agent suffit, lequel n'est pas nécessairement un chauffeur; s'il y a deux agents sur la machine, toute attente reporte la perte de rendement sur deux agents.

On déduit aisément de ce qui précède l'organisation à adopter pour obtenir un rendement convenable des équipes de relais. Cette organisation consiste à ne laisser sur une machine en stationnement que le personnel strictement nécessaire pour exécuter les opérations requises, à réaliser autant que possible la division du travail en spécialisant les agents et en évitant les pertes de temps dues au déplacement d'un poste à l'autre, à dresser le diagramme des rentrées de façon à proportionner le personnel de relais aux nécessités momentanées du service,

et enfin à composer des équipes de relais au moyen d'agents dont la qualité est adaptée à la nature même du travail à effectuer.

Dans cet ordre d'idées, l'on a confié les petits déplacements des machines à un seul agent, de même que les déplacements qui n'intéressent pas les parties très parcourues de la cour. Pendant qu'une machine est à la fosse à piquer les feux, le machiniste l'abandonne à son chauffeur et s'occupe d'une autre machine. De là, l'idée de composer des équipes comprenant un machiniste et plusieurs chauffeurs ayant en main simultanément plusieurs locomotives. Allant plus loin, on a remplacé les machinistes par des chauffeurs aptes à conduire les machines et se destinant au grade de machiniste, ou par d'anciens machinistes ne pouvant plus aller sur la route; de même l'on a substitué de simples manoeuvres aux chauffeurs. L'on a même cantonné les manoeuvres à certains postes tels que les fosses à cendrées et les grues hydrauliques, etc.

Il va de soi que l'on ne peut adopter la même organisation-type pour toutes les remises. Il faut rechercher au contraire l'organisation qui s'adapte le mieux à la disposition particulière des installations, et tenir compte du nombre de locomotives à relayer et de la répartition des heures de rentrée sur la journée. Deux éléments sont donc à considérer dans la recherche de cette organisation: 1) le plan des installations de cour, où la circulation des machines est représentée conformément aux principes qui seront exposés dans la seconde partie du cours; nous supposons ces principes connus; 2) le diagramme des rentrées.

À titre d'application de ces principes, nous étudierons ci-après les organisations en vigueur dans les remises d'Anvers-Bord et de Renary.

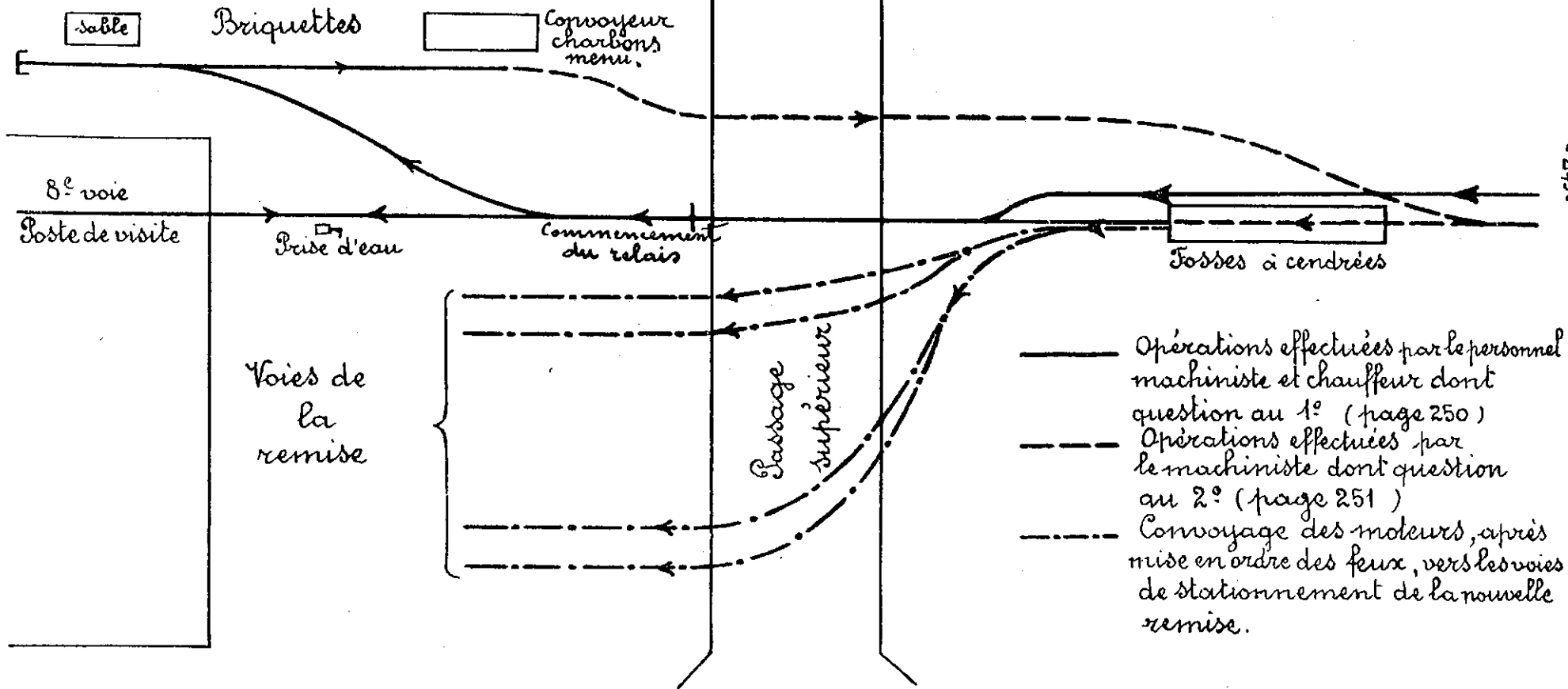
a) Organisation des relais à la remise d'Anvers-Bord.

Le personnel de toute locomotive rentrant à la remise, est relayé par une équipe spéciale à l'entrée des voies du dépôt. Le relais

Anvers - Nord (service des relais.)

Installations de la nouvelle remise.

Installations de l'ancienne remise.



est donc systématique. Le délai prévu depuis l'arrivée du train jusqu'à l'entrée de la remise est de 30 minutes.

Les installations de la remise d'anvers-nord, représentées au schéma ci-contre comprennent deux parties distinctes, dénommées respectivement "nouvelle" et "ancienne remise". Les divers mouvements des moteurs sont figurés par des flèches et la légende explique ces mouvements.

Sur la cour de la première remise s'effectuent la visite, le vitrage, le ravitaillement en eau, en combustible et en sable.

Sur celle de la seconde, s'opèrent le nettoyage ou le retrait des feux et la vidange de la boîte à fumée. Les dernières opérations doivent venir en dernier lieu; les moteurs doivent donc passer par les autres opérations sur la cour de la nouvelle remise; puis venir sur la cour de l'ancienne remise; puis, après nettoyage des feux, revenir à la nouvelle remise en garage.

Ensuite, les fosses à cendres étant trop exigües, les locomotives peuvent devoir y stationner plus que ne l'exige l'opération en elle-même; il est logique que les machinistes les y abandonnent pour les reprendre après nettoyage. De plus, on concentrera à cet endroit une équipe de manoeuvres chargés des opérations sur la fosse.

Enfin, il est logique de séparer les opérations "avant" des opérations "après" le nettoyage des feux.

On est ainsi arrivé à adopter l'organisation ci-après:

- 1°) 3 équipes composées chacune d'un machiniste et d'un chauffeur et se relayant de huit en huit heures (1 de 6 à 14, 1 de 14 à 22 et 1 de 22 à 6 heures), remplacent le titulaire à l'arrivée, déplacent le moteur sur la cour de la nouvelle remise pour l'amener successivement à la grue hydraulique, à la fosse de visite et aux parcs à briquettes et à charbon menu. L'équipe l'abandonne à ce dernier endroit pour recommencer le cycle avec une autre machine. Les mouvements sont dirigés par un chef-manoeuvre pendant chacune des périodes de 8 heures.

2°) Pour les opérations suivantes, les brigades ci-après ont été formées.

Période de 6 à 14 heures : 4 machinistes et 5 manoeuvres.

" 14 à 22 " : 3 " et 4 "

" 22 à 6 " : 2 " et 3 "

au fur et à mesure de la terminaison du chargement des machines (voir 1°), un des machinistes prend place sur le moteur au parc à charbon menu, le conduit à la fosse à cendrées (ancienne remise) où les manoeuvres effectuent le nettoyage ou le retrait des feux et vidant éventuellement le condenser et la boîte à fumée. Le machiniste n'assiste pas à ces opérations, mais conduit une locomotive mise en ordre de la fosse vers les voies de stationnement de la nouvelle remise, où un manoeuvre de chacune des brigades entretient les feux. Il y reprend un moteur au parc à charbon et continue ainsi le cycle déjà décrit.

98 locomotives, en moyenne sont relayées ainsi par jour.

L'effectif complet du personnel affecté aux relais à Anvers Nord se compose ainsi de : 12 machinistes, 3 chauffeurs, 12 manoeuvres, 3 chefs manoeuvres.

L'importance de ces brigades se détermine évidemment d'après la durée des mouvements à effectuer et suivant le nombre de machines à relayer par équipes de huit heures. Il n'est ici pas besoin de diagramme, le service étant continu.

b) Organisation du service de relais à la remise de

Renory. Le service à organiser comprend 60 relais en 24 heures.

Pour se rendre compte de l'organisation à adopter, il faut suivre le mouvement des machines sur la cour et leur passage aux diverses opérations successives. Le schéma ci-contre permet de suivre ce mouvement, qui est indiqué par des flèches. On peut le décomposer en trois groupes de déplacements :

- 1) Sa machine déposée en A sur la voie d'arrivée, est dirigée en B et rebrousse en C pour la visite, puis pour la prise

d'eau ; elle est ensuite conduite à l'entrée des parcs à charbon D.

2) La machine est chargée de combustible et conduite en E où elle est approvisionnée en sable ; si elle doit vider, elle rebrousse de H en F, à la plaque tournante, puis est déposée sur les fosses à piquer les feux.

3) La machine est enfin reprise aux fosses à piquer après nettoyage des feux, puis, après deux rebroussements, est déposée sur les voies de remisage ou de stationnement.

Ces trois groupes correspondent aux stationnements prolongés à la grue, aux parcs à charbon, et aux fosses à cendrées. D'un groupe à l'autre, la locomotive est conduite par un machiniste manoeuvrant seul. Ses manoeuvres opérant dans ces trois postes sont spécialisés ; il y a un poste de manoeuvre à la grue hydraulique, un aux parcs à charbon et un aux fosses à cendrées. D'où la formation de trois équipes affectées aux trois postes et dont la composition est réglée d'après la densité des rentrées et la durée des opérations de chaque groupe.

En ce qui concerne la densité des rentrées, après avoir noté les rentrées sur un diagramme horaire, on trace le diagramme I du nombre horaire des rentrées. On peut se baser sur la moyenne horaire des rentrées pour subdiviser la journée en périodes de même importance et pour évaluer la composition des équipes correspondantes.

Le diagramme I permet d'adopter la subdivision habituelle en périodes de 6 à 14, 14 à 22 et 22 à 6 par brigade, moyennant l'intervention d'une brigade supplémentaire chevauchant sur la seconde et la troisième, de 18 à 2 heures par exemple.

Les attributions de ces brigades se détaillent ainsi de la manière suivante :

1^{re} brigade : le machiniste manoeuvrant seul, conduit la locomotive relayée de A en B et la convoie d'abord à la grue, pour prise d'eau - un manoeuvre y est à demeure - et ensuite

à la fosse C; après la visite, il conduit le moteur aux parcs à combustible D, où il le dépose.

Il est entendu que, pendant le stationnement d'une machine à la quai ou sur la fosse de visite, il achemine d'autres moteurs, soit de A en B, soit de C en D.

2^e brigade. Un manoeuvre se trouve à demeure à proximité des parcs à combustible, pour procéder au chargement des machines.

Après ravitaillement, le machiniste, manoeuvrant seul, conduit le moteur des parcs à combustible D par E vers la plaque tournante F, où il le vice et l'approvisionne de sable, pour le ramener ensuite en E où il le remet au machiniste de la 3^e brigade, pour reprendre ensuite une autre machine aux parcs D.

3^e brigade. Le machiniste, manoeuvrant seul, reprend la loco motrice en E et la dépose sur la fosse à piquer G. — A cet endroit, où 4 moteurs peuvent stationner simultanément, s'effectue le nettoyage ou le retrait des feux, le nettoyage du cendrier et la vidange de la boîte à fumée par des équipes de manoeuvres.

Au fur et à mesure de leur mise en ordre, le machiniste conduit enfin les moteurs sur la cour de la remise, en suivant l'itinéraire G.H.I.J.

On est ainsi conduit à la composition suivante pour les brigades :

1^e et 2^e brigades. Trois équipes comprenant un machiniste et un manoeuvre se relayant à 6, 14 et 22 heures. Pour chacune de ces trois équipes, on peut compter sur une $\frac{1}{2}$ heure par machine, soit 16 machines en tout. La 1^e brigade assure aisément un supplément de travail et peut venir en aide à la seconde. Quant à la seconde équipe, elle peut elle-même être renforcée par l'équipe de renfort de la 3^e brigade.

3^e brigade. On peut adopter de même 1 machiniste par équipe et 1 machiniste pour l'équipe de renfort de 18 à

2 heures, soit 4 machinistes en tout. Quant au nettoyage des feux, on peut tabler sur une heure de manœuvre par machine (grille, cendrier et boîte à fumée) soit 60 x une heure ou 8 manœuvres à 8 heures répartis comme suit :

2 manœuvres de 6 à 14. - 2 manœuvres de 14 à 22. - 2 manœuvres de 22 à 6, et 2 manœuvres de 18 à 2, soit 1 machiniste et 2 manœuvres par équipe. Il se peut d'ailleurs qu'on doive renforcer ces équipes de manœuvres supplémentaires pour les machines non relayées ou celles rentrées en retard.

La répartition de ces équipes est représentée dans le diagramme page 252.

Les exemples qui précèdent se rapportent à des remises importantes. Il nous reste à examiner comment on peut organiser rationnellement les services de relais dans les dépôts d'importance secondaire.

Quand le nombre de relais est très réduit, l'on s'efforce, comme nous l'avons vu, de les faire assurer par les personnels des services réguliers disponibles.

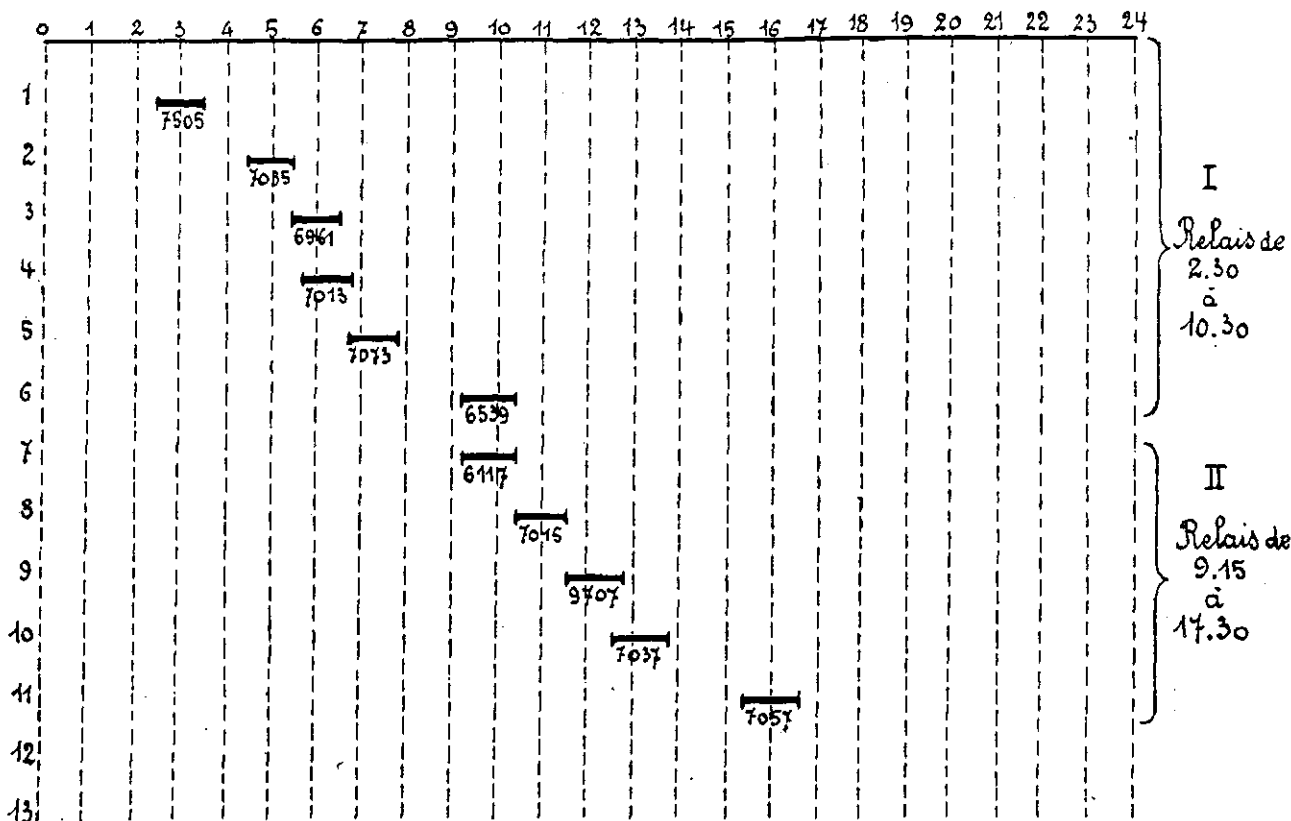
Lorsque le nombre de relais est plus important et que les relais en séries ne sont pas possibles, on s'attache à les grouper de la façon la plus rationnelle, afin qu'une équipe, composée normalement d'un machiniste et d'un manœuvre, en assure autant que possible 5 à 8 dans une prestation de 8 heures.

Pour déterminer le service des brigades, on dresse par ordre chronologique un graphique de toutes les prestations des relais à assurer comme le montre le modèle ci-après relatif à la remise d'Anvers-Sud (page 256).

Il est facile ensuite de déterminer le nombre de brigades nécessaires, ainsi que la durée des prestations.

ajoutons, pour terminer, qu'en période de désarroi, la composition des équipes peut être renforcée momentanément dans

Organisation du service de relais de la remise d'Anvers - Sud.



le cadre de l'organisation.

63. Agencement des prestations. L'agencement des prestations constitue la partie essentielle, la plus difficile et la plus délicate, de la confection du roulement. Il s'agit, étant données les prestations formées dans une première étude, lesquelles sont complétées au besoin par des services d'alternement, de réserve, de repos, de régler la succession et l'agencement de ces prestations de manière à respecter les règlements relatifs aux intervalles et aux repos du personnel, tout en rendant possible et pratique le service de la machine.

Pour nous rendre compte de la difficulté et de la nature particulière de ce travail, prenons un exemple. Supposons qu'il s'agisse simplement, abstraction faite de toute considération relative à la machine, de déterminer l'ordre de succession de 6 prestations du personnel que nous désignerons par a b c d e f. On peut supposer que

toutes les combinaisons commencent par le service a, le repas par exemple; car la combinaison c d e f a b est équivalente à a b c d e f. On peut donc limiter les combinaisons au groupe formé par les autres prestations, c'est-à-dire en général à toutes les prestations sauf une. Dans le cas présent, il en reste 5, que l'on peut grouper de $1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 = 120$ manières différentes. Il y a donc 120 façons différentes de grouper 6 prestations; de même il y a $1 \times 2 \times 3 \times 4 = 24$ façons de combiner 5 prestations. Ceci donne une idée de la vaste étendue des recherches possibles, quand on pense au nombre souvent très élevé de prestations à combiner dans une série; pour avoir le nombre de manières de grouper 24 prestations, il faut multiplier entre eux les 23 premiers nombres.

Evidemment, si n'importe laquelle de ces combinaisons pouvait être adoptée, le problème n'en serait que plus simple. Or, bien au contraire, la plupart sont à écarter, et il faut faire un choix parmi celles qui conviennent en tenant compte de toutes les conditions à remplir. Théoriquement, il faut donc passer en revue toutes les combinaisons possibles; pratiquement, le nombre de groupements est tellement élevé, que l'on ne peut qu'écarter, lorsque les prestations sont quelque peu nombreuses, les examiner toutes. On peut donc penser, lorsqu'on s'est arrêté à une solution, qu'il en existe une plus parfaite, ce qui justifie toujours de nouvelles recherches, dont le champ n'est jamais épuisé. Lorsqu'on n'arrive pas à trouver une solution satisfaisante, il est permis de penser qu'il en existe une que l'on n'a pas encore envisagée. En principe, il existe une solution meilleure que toutes les autres, et l'on peut penser qu'elle n'a pas encore été examinée.

Ce qui rend le problème ardu, c'est, en même temps que le grand nombre de combinaisons possibles, le nombre aussi élevé de conditions qui conduisent à éliminer la plupart de

ces combinaisons, pour rendre le roulement pratiquement acceptable. Nous connaissons celles de ces conditions qui ont rapport à la succession des prestations du personnel; il nous reste, avant d'exposer les procédés d'agencement des roulements, à indiquer les conditions relatives au service de la locomotive, conditions qui apportent de nouvelles restrictions à l'élaboration des roulements.

Il résulte de ce qui précède que le travail d'élaboration des roulements nécessite, de la part des agents qui en sont chargés, des qualités tout-à-fait spéciales. Ils doivent tout d'abord connaître de façon approfondie les règles et les conditions dont il vient d'être question. Ils doivent aussi savoir travailler avec patience, avec méthode et posséder l'esprit de recherche, toute besogne n'est plus rebutante que celle où, après des heures de travail, l'on constate le néant du résultat; le véritable agent du roulement ne se décourage jamais. De plus, la méthode et l'esprit de recherche sont chez lui qualités maîtresses; grâce à la méthode, sans laquelle on est perdu dans le grand nombre de chiffres à manipuler, on peut ordonner le travail de façon à réduire les écritures au minimum, à ne pas répéter la même combinaison lorsqu'elle a été abandonnée, etc. Enfin, il faut être véritablement doué du désir de recherches, posséder la volonté de trouver une solution toujours meilleure.

Il est inutile d'ajouter qu'une bonne mémoire est très utile, mais il faut avoir bien soin de ne pas la surcharger sans raison. C'est à ce point de vue que la méthode, l'organisation du travail est la qualité principale. On en est convaincu lorsqu'on évalue le grand nombre d'éléments à combiner; plus le travail est méthodique, plus sûrement et plus rapidement on atteint la solution la meilleure.

Il n'est pas sans intérêt de montrer que, loin d'être vaines, ces recherches, leur organisation systématique, forment une condition essentielle de l'exploitation économique d'un

réseau. Il est très commode de confectionner un roulement; il suffit pour cela de n'être ni à une locomotive, ni à un personnel près; autre chose est de trouver la combinaison qui utilise le minimum d'éléments tant en fait de machines qu'en fait de personnel. Or, une locomotive coûte actuellement plus d'un demi-million de francs sous forme de frais de premier établissement, un personnel coûte de 13.000 à 15.000 francs environ sous forme de frais d'exploitation. On voit combien est précieuse l'étude raisonnée et systématique des roulements au point de vue du rendement de l'exploitation. Deux trains nouveaux sont à créer; il est tellement naturel d'y affecter des éléments en extension; et cependant, bien souvent, ces extensions peuvent être évitées par un examen et un remaniement quelque peu approfondis des roulements. Question d'économie mise à part, on peut souvent arriver ainsi à résoudre une difficulté résultant du manque de machines, par exemple.

Ces réflexions en appellent d'autres, relativement à ce qu'on appelle l'élasticité du roulement. Nous aurons soin de consacrer un paragraphe spécial à cette question.

64. Conditions qui limitent l'utilisation des locomotives et dont il faut tenir compte dans l'agencement des roulements. Indépendamment des conditions qui limitent l'utilisation du personnel, il en est d'autres dont il faut tenir compte dans l'élaboration des roulements et qui concernent la locomotive même.

Parmi ces conditions, il faut distinguer celles qui se rapportent à la prestation utile ou à la prestation de route, et celles qui ont trait aux intervalles.

Pour le service de route, il a déjà fallu faire le choix du remorqueur parmi les locomotives admises à circuler sur les lignes à desservir. Il peut en résulter l'obligation, pour éviter le recours à la double traction, d'utiliser des moteurs trop forts, dont la puissance est incomplètement uti-

lisée. En tous cas, le fait qu'un moteur déterminé est exclu d'une ligne, empêche de former des prestations qui viendraient compléter heureusement celles d'autres lignes, soit à titre de complément de prestation, soit qu'il manque des prestations du matin, du soir ou de nuit pour assurer la formation complète de la série sans service de remplissage ou sans artifices que l'on n'emploie qu'à défaut d'autres moyens. Plus est grande la variété des prestations dont on dispose pour l'agencement des séries, plus cet agencement est aisé et parfait, meilleurs sont l'utilisation et le rendement. Dans le même ordre d'idées, plus le service est important, plus la variété des prestations est grande. On peut alors plus aisément spécialiser les moteurs, tandis que dans les remises peu importantes il faut chercher à limiter le nombre de types de moteurs, en se servant autant que possible de machines mixtes assurant concurremment des services à voyageurs et à marchandises.

La longueur des parcours pouvant être effectués sans changement de machine est limitée par la capacité des approvisionnements en charbon et en eau dont la machine dispose. Plus les parcours sont longs, meilleure est l'utilisation.

En ce qui concerne le charbon, il n'arrive pas sur notre réseau qu'une remorque doive être interrompue à cause du manque de capacité des soutes. La perte d'utilisation qui entraînerait le manque de combustibles est reportée sur les battements et les intervalles.

Il n'en est pas de même pour l'alimentation en eau. Mais ici, tout se résume à prévoir des prises d'eau dans les stations intermédiaires, et à disposer de grues placées à des endroits convenables et ayant un débit suffisant pour que les opérations aient une durée aussi réduite que possible. Il faut ne pas devoir décrocher la locomotive, et pour cela il faut placer la grue à un endroit tel que la prise

d'eau puisse se faire à l'endroit de stationnement normal du train; le débit de la grue doit être de 4 à 5 m³ au moins par minute. Pour les trains de marchandises allégés en quere, il faut deux grues distantes de la plus grande longueur d'un train, soit de 600 m, la machine d'allège devant nécessairement être décrochée pour la prise d'eau puisque la longueur des trains n'est pas fixe.

D'autre part, il est bien clair que l'on ne peut prévoir des prises d'eau pour tous les cas et dans toutes les gares. Il arrive bien souvent qu'il faut tenir compte d'une situation existante et, en tous cas, il faut choisir un type de locomotive permettant d'effectuer des parcours parfois très longs et sans prise d'eau. On peut donc être ainsi amené à écarter certains types, et parfois à renoncer à l'utilisation de machines-tenders là où celles-ci seraient avantageuses, ou tout au moins à écarter certaines machines-tenders.

D'une manière générale, il faut distinguer entre les trains de voyageurs et de marchandises, la consommation de combustible et d'eau étant différentes pour ces deux catégories de trains. La puissance du moteur en rapport avec la charge intervient aussi, de telle sorte qu'il faut évaluer la consommation d'eau dans chaque cas ensuite d'essais ou par le calcul.

Pour calculer la consommation de combustible, on peut prendre en général l'allocation de base (voir III^e partie du cours), augmentée d'un certain quantum pour tenir compte des éléments variables de la consommation et des aléas; un supplément de 25% suffit en général. Ainsi, une locomotive type 8^{bis}, dont l'allocation de base est de 25 kg, peut emporter 6 tonnes de combustible. Elle peut donc, au taux de 25 kg., effectuer un parcours de $\frac{6000}{25} = 240$ km. sans s'approvisionner. En comptant sur une dépense de 25 x 7,5 d'eau par km, les routes si eau pouvant contenir 20 m³, elle peut rouler au maximum pendant $\frac{20.000}{25 \times 7,5} = 106$ km. sans prise d'eau. Remarquons que l'on peut

allonger ces parcours par des prises d'eau partielles en cours de route, ou des chargements partiels de combustible pendant les battements, sans pour cela devoir nécessairement allonger les horaires et les battements normaux. En outre, il faut tenir compte des difficultés spéciales du parcours envisagé et de la charge du train; l'allocation de base ci-dessus peut ainsi être augmentée ou diminuée suivant les cas. Quant au taux de 7^l,5 de vaporisation, il est bon de ne pas le dépasser, car il tient compte de tous les aléas et de tous les imprévus que l'on ne peut évaluer d'avance et avec précision.

Les moyens de virage dont on dispose peuvent aussi amener à renoncer à certains moteurs dont l'empattement est trop grand. Il faut donc toujours consulter la carte des plaques tournantes avant de fixer la remorque.

Le nettoyage des feux constitue également un élément qui limite beaucoup l'utilisation des locomotives. La combustion du charbon laisse sur la grille un résidu, dont la proportion et la nature sont très variables suivant la provenance du combustible employé. Il arrive un moment où la couche de résidu est tellement épaisse que la vaporisation est compromise. Le parcours que l'on peut ainsi atteindre sans nettoyage dépend aussi de l'allure du feu et de la vitesse du train. On peut allonger ce parcours en effectuant un nettoyage sommaire en pleine voie, dans les stations intermédiaires. L'usage des grilles à secousses qui permettent de secouer légèrement le feu à intervalle régulier améliore encore le rendement des locomotives sous ce rapport. Enfin, il est utile d'effectuer un mélange judicieux des diverses provenances de combustible afin de produire des cendres réfractaires, d'éviter ainsi la formation de mâchefers et d'assurer l'élimination régulière des résidus de la combustion.

Il faudra donc toujours tenir compte de la possibilité

de nettoyer les feux au bout d'un certain parcours. Pour les services longs et difficiles, l'on a souvent recours à des combustibles de choix. La briquette était à ce point de vue le combustible tout désigné, à cause de sa faible teneur en cendres (8 à 10%), alors que le charbon que nous consommons en contient couramment de 14 à 17%. Actuellement, le réseau de l'Etat-Belge s'oriente nettement vers le mélange scientifique des charbons, en présence du prix des briquettes, qui en fait un combustible de luxe.

Il est difficile de donner des règles fixes dans la question qui nous occupe; il faut analyser chaque cas en particulier. Notons toutefois, pour fixer les idées, que les distances de 150 km. pour les trains de voyageurs et 100 km. pour les trains de marchandises peuvent être considérées comme des maxima.

Après s'être assuré de la possibilité d'effectuer les parcours aussi longs que possible, et tout au moins les parcours qui sont imposés par les conditions d'exploitation, il faut vérifier si les battements entre les trains sont suffisants pour l'exécution des opérations indispensables. La prise d'eau, le virage, le nettoyage des feux doivent prendre place dans le battement. Le chargement de charbon est généralement réservé aux intervalles. Le nettoyage des feux peut être réduit, le virage peut être évité par l'emploi de machines-tenders. Cette dernière opération est d'ailleurs de peu d'importance, aussi bien que la prise d'eau. Les difficultés de dégagement de la machine et de circulation dans les stations peuvent être une cause d'allongement des prestations et de perte de rendement, et il faut tenir compte des éléments de régularité pour faire en sorte que le retour ne subisse pas, en exploitation normale, le contre-coup des retards à l'aller.

Enfin, les prestations étant fixées, il reste en les agencant, à ménager des intervalles suffisants et judicieusement répartis pour pouvoir effectuer les opérations d'intervalles.

Nous ne reviendrons pas sur la nécessité de permettre l'exécution des opérations comprises dans les temps avant et

après, à savoir la visite, le virage, l'alimentation en eau, en combustible et en matières diverses, le nettoyage des feux et la préparation des moteurs. A ce point de vue les intervalles doivent être fixés en tenant compte des éléments particuliers à chaque cas. Mais les intervalles ne peuvent pas tous se borner à cela; il faut aussi que s'exécutent les opérations d'intervalles proprement dites. Ce sont: 1) le nettoyage extérieur et le ramonage des tubes à fumée; 2) le lavage de la chaudière; 3) l'entretien courant.

On nettoyage extérieur et du ramonage des tubes à fumée, nous dirons peu de choses pour l'instant. Le nettoyage extérieur est plutôt réparti d'après les dispositions adoptées dans la série et n'influe pas sur celles-ci. On peut considérer qu'il en est de même pour le passage des tubes à fumée, surtout que ce travail s'effectue aisément, au besoin en même temps que les autres travaux de temps après, et que l'on tend à le reporter dans les battements et même en cours de route.

Le lavage exige un stationnement relativement important. Il faut en effet que la chaudière puisse se refroidir suffisamment pour qu'on puisse la laver sans nuire à sa bonne conservation. Dans le but de réduire le temps nécessaire à cette fin, ainsi que pour diverses raisons que nous exposerons, on lave les chaudières à l'eau chaude. Avec nos installations rudimentaires, il faut compter pour un lavage à l'eau chaude, indépendamment des temps après et avant:

4 à 6 heures pour le refroidissement, suivant le type;

3 à 4 " " " lavage proprement dit;

3 heures pour l'allumage et la mise en pression, soit au total 10 à 13 heures.

Ces temps constituent des minima au-dessous desquels il est bon de ne pas descendre. Il est préférable de rester au-dessus de ces limites. Au surplus, les installations modernes du genre de celle qui fonctionne à Schaerbeek et que nous

décirons, permettent de réduire ces délais.

Si l'on doit être exceptionnellement dans le cas d'effectuer un lavage à l'eau froide, il faut compter sur un délai de 12 à 15 heures pour refroidir la chaudière, 4 à 5 heures pour le lavage, et 4 heures pour l'allumage, ce qui porte le délai total de 20 à 24 heures.

Actuellement, sur notre réseau, le lavage n'est plus fait par le personnel de la machine, mais par des équipes spéciales de laveurs. Le lavage coïncide avec le repas du personnel. En simple équipe, le délai nécessaire est surabondant, puisqu'il est de 34 heures au moins, durée minimum du repos de l'équipe titulaire. En double équipe, l'on s'attache à faire coïncider les repas des deux équipes jumelles, de sorte que l'on dispose également du délai minimum de 34 heures. Lorsque l'une seulement des deux équipes est en repos, on fait commencer le service de la seconde dans la soirée, en respectant les délais ci-dessus, parce que l'on a intérêt à concentrer les différents lavages et à ne les confier qu'à des équipes de jour. Cette solution doit cependant être considérée comme un pis-aller; l'on doit autant que possible disposer d'une journée complète pour le lavage, en raison surtout de la nécessité d'effectuer en même temps ce jour-là les travaux d'entretien.

Il reste à fixer la fréquence des jours de lavage. Celle-ci dépend avant tout du travail de la machine et de la qualité des eaux d'alimentation. Nous énoncerons des règles précises à ce sujet lorsque nous étudierons la technique du lavage. Il est rarement nécessaire de descendre au-dessous de la fréquence de 6 jours, qui est celle des repos réguliers. Mais comme, lorsqu'il y a des repos de suppression, la fréquence des repos réguliers peut aller jusqu'à 9 à 10 jours, les lavages correspondants sont espacés de la même période. Cette fréquence suffit généralement, mais on peut au besoin soit intercaler

des vidages de chaudière 2 ou 3 jours avant le lavage, soit un intervalle permettant un lavage supplémentaire.

Les travaux d'entretien doivent pouvoir être effectués pendant les heures d'intervalles. Nous venons de voir que l'on dispose à cet effet du jour de lavage. Par le fait même que l'on ménage les jours de lavage, on permet en même temps les opérations d'entretien correspondantes.

Le jour du lavage est réservé aux travaux d'entretien périodiques, à la visite approfondie notamment du foyer et à l'entretien anticipé.

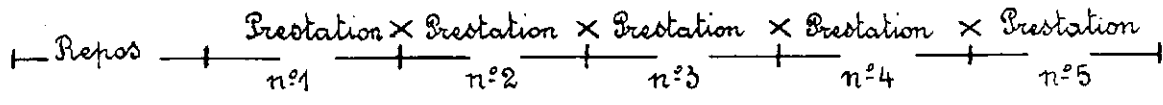
Mais il faut aussi permettre l'exécution du petit entretien courant, tout au moins au bout de quelques prestations. De plus, il convient autant que possible que l'on dispose à cet effet d'intervalles de jour, correspondant à la présence normale du personnel de jour, parce que l'on dispose alors du maximum de moyens et que le rendement est meilleur. Il est difficile de fixer des règles rigides à cet égard. Pas plus que l'on ne peut sacrifier l'agencement économique du roulement aux nécessités de l'entretien, on ne peut aveuglément faire se succéder les prestations à intervalles serrés en ignorant systématiquement l'entretien. Il faut partir du principe que les machines sont en bon état; si cette condition n'est pas réalisée, ce n'est certainement pas des travaux d'entretien répétés qui amélioreront la situation; ce ne seront qu'emplâtres sur jambe de bois. Partant, si les machines sont en bon état, et cela doit être, les travaux d'entretien doivent être peu importants; ce ne seront que menus travaux qui s'effectueront aisément dans les courts intervalles. Dès lors, dans des conditions normales, un intervalle d'entretien de 4 à 5 heures tous les 3 jours, autant que possible le jour, doit suffire. Ceci ne constitue qu'une simple indication; tout dépend des conditions particulières du problème: difficultés du service des machines, fréquences des avaries, défauts

de conception nécessitant des mises au point fréquentes, etc. Il est surtout important de ne pas oublier, dans la confection du roulement, les intervalles d'entretien, et d'adopter pour ces intervalles une fréquence raisonnée en tenant compte des données que l'on possède. Ce n'est pas toutefois en multipliant les intervalles d'entretien que l'on résout le problème; un service intensif avec peu d'entretien, lorsqu'il peut être tenu, est autrement sûr, parce que les machines qui parviennent à le suivre sont certainement en bon état, tandis qu'une machine qui parvient à assurer régulièrement un service facile n'est pas nécessairement en bon état d'entretien.

Inutile d'ajouter que la question de l'entretien ne se pose qu'une en simple équipe, les intervalles étant régulièrement suffisants.

65. Simple équipe: Considérations générales. Le cas le plus simple consiste dans l'agencement de 6 prestations régulières, dont un repos, soit un repos pour 5 prestations effectives, ce qui constitue la proportion normale.

Le repos comprend 34h au moins. Les 6 journées comprenant $6 \times 24 = 144$ heures, il reste, en comptant exactement 34 heures pour le repos: $144 - 34 = 110$ heures, à répartir entre 5 prestations effectives et les 4 intervalles(x) qui les séparent, ainsi que le montre le schéma ci-dessous:

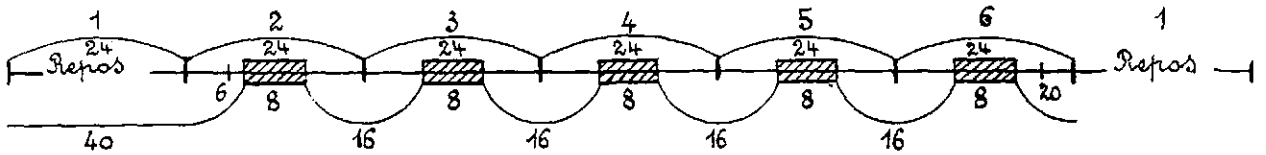


Les 5 services effectifs comptent normalement $5 \times 8 = 40$ heures; il reste donc $110 - 40 = 70$ heures pour les 4 intervalles, sauf éventuellement un excédent, qui se reporte avant et après le repos normal. Les 4 intervalles envisagés devant compter au minimum $4 \times 12 = 48$ heures, il reste $70 - 48 = 22$ heures pouvant s'ajouter soit aux intervalles, soit avant et après le repos. On peut compter d'ailleurs que les intervalles normaux valent $24 - 8 = 16$ heures, soit $4 \times 16 = 64$ heures en tout, de sorte

que $70 - 64 = 6$ heures seulement sont reportées sur le repos dont la durée est ainsi de $34 + 6 = 40$ heures.

En résumé le roulement normal comprend donc: 5 prestations de 8 heures: $5 \times 8 = 40$; - 4 intervalles de 16 heures: $4 \times 16 = 64$; - 1 repos de 40 heures. Total 144 ou 6×24 heures.

Il se présente comme suit sous la forme graphique:

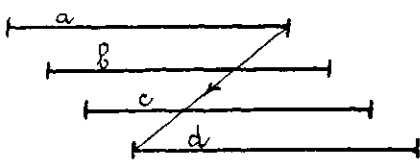


Une conclusion se dégage immédiatement de ces chiffres, c'est l'utilisation peu importante de la machine en simple équipe sous le régime des 8 heures et du repos hebdomadaire; le degré d'utilisation n'est que $\frac{40}{144}$, soit seulement de 28% environ. C'est la raison fondamentale de la disparition presque complète de la simple équipe sur notre réseau et l'on peut dire que celle-ci n'y subsiste que dans les services où on ne peut l'éviter.

La simple équipe s'impose dans les cas suivants:

1) Lorsque les prestations à agencer ont lieu sensiblement aux mêmes heures de la journée ou chevauchent de telle sorte que l'on ne peut, dans la généralité, les placer deux à deux bout à bout.

En particulier, les prestations qui sont essentiellement de jour (8 à 16 heures) par exemple, telles que la desserte des trains de la route, les manœuvres de jour, etc., ne peuvent entrer que dans une simple équipe. Les prestations a b c et d du schéma ci-contre ne peuvent être agencées autrement qu'en simple équipe, la fin de chacune étant postérieure au commencement de toutes les autres; la prestation d est celle qui se trouve le moins en retrait par rapport à a; on réunit leurs extrémités par



une flèche qui rétrograde dans le temps.

Certaines de ces prestations peuvent bien entendre être introduites dans une autre série constituée en double équipe, au détriment du choix du remorqueur; ainsi, on introduira un train de la route à organisation régulière dans une série à marchandises soit à titre de remplissage, soit pour économiser une locomotive; ou bien, on introduira un service de manœuvres dans une série de route pour les mêmes raisons, en particulier lorsqu'un personnel d'une double équipe est sans moteur, auquel cas il travaille avec une machine de manœuvre banale. Mais ce sont là des exceptions.

2) On organise souvent les séries de réserves allumées en simple équipe, pour la raison que le service des réserves est très irrégulier, que la locomotive décrochant souvent, le coéquipier serait fréquemment dépourvu de machine. La simple équipe s'harmonise assez bien avec la production réduite des locomotives de réserve. On évite en même temps la banalisation de ces machines. Mais il faut disposer d'un nombre suffisant de moteurs. Aussi, les réserves en double équipe sont également d'usage; tout dépend de la nature et de la régularité des prestations extraordinaires à fournir, ainsi que du nombre de moteurs dont on dispose.

3) Parfois, si l'on utilise un type de moteur nécessitant de fréquents travaux d'entretien, d'un maintien en service délicat, l'on doit se résigner à n'en retirer qu'une prestation de 8 heures par jour afin de disposer d'intervalles suffisants pour exécuter régulièrement les travaux d'entretien. L'intervention d'un seul titulaire facilite d'autant plus la solution du problème.

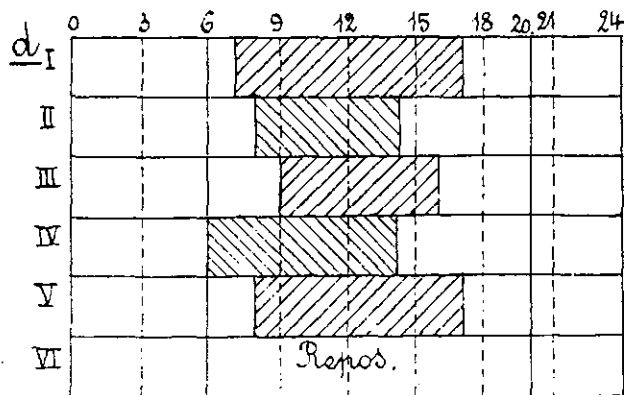
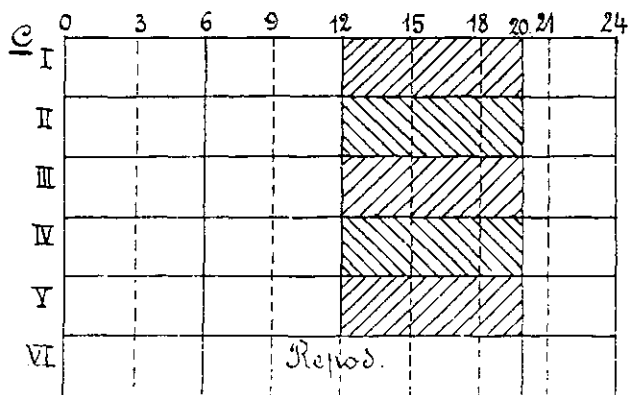
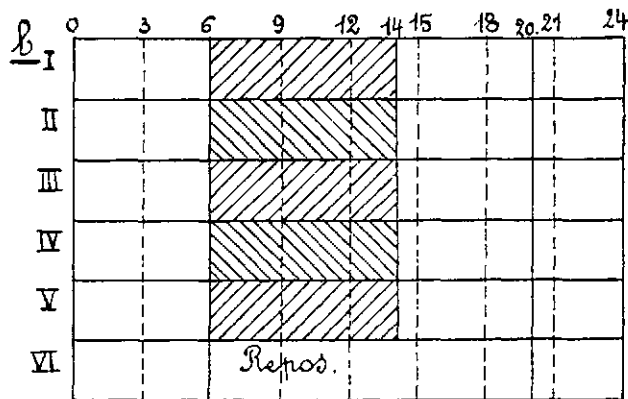
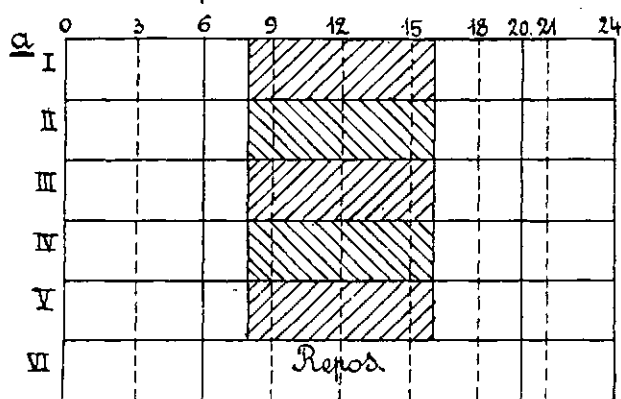
4) Enfin, et c'est l'application la plus fréquente, la seule importante, les longs services à marchandises à décrochers ne peuvent être assurés qu'avec une équipe par machine. Les absences successives du moteur comprennent en effet au mini-

num 2 prestations effectives de 8 heures et un décrocher de 8 heures soit 24 heures en tout, ce qui est bien supérieur à l'intervalle normal de 12 heures; l'une des équipes serait donc presque constamment sans locomotive. C'est pourquoi les grandes séries à marchandises comportant en grande partie des trains avec décrochers sont en simple équipe. Rien n'empêche cependant, comme nous le verrons, d'introduire exceptionnellement quelques services à décrochers dans les séries en double équipe.

Il résulte de ce qui précède que nous avons à étudier les diverses espèces de séries ci-après :

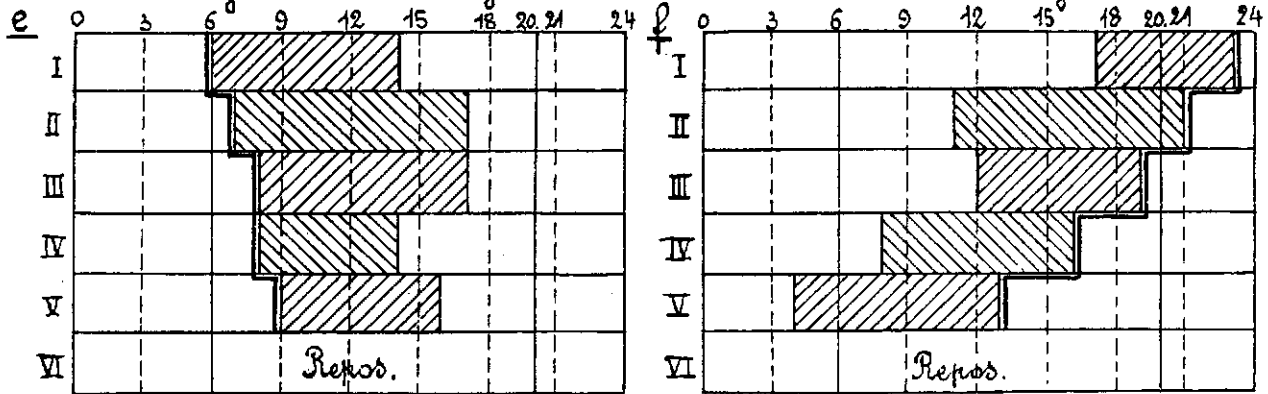
- 1) Les séries comprenant exclusivement des services simples, sans décrochers, parmi lesquelles nous distinguons celles qui ne comprennent pas de services de nuit et celles qui comprennent des services de nuit (services enjambant minuit).
- 2) Les séries comprenant exclusivement les services à décrochers.
- 3) Les séries mixtes comprenant à la fois des services avec décrochers et sans décrochers.

Séries sans décrochers. L'exemple le plus simple est constitué par la série normale, schéma a. Les services ont une



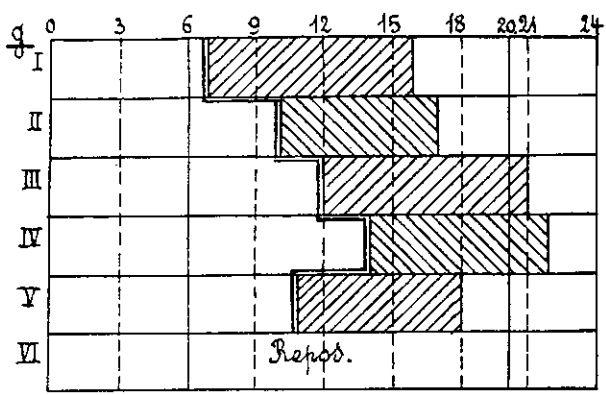
durée uniforme de 8 heures ; ils commencent à la même heure et finissent à la même heure ; ils sont compris entre 6 et 20 heures. Les schéma b et c sont deux cas particuliers du roulement normal ; dans le premier, les prestations commencent à 6 heures, dans le second, elles finissent uniformément à 20 heures. Entre ces deux roulements extrêmes, il y a place pour une infinité de roulements normaux intermédiaires. Le schéma d représente un roulement intermédiaire dans lequel les prestations intermédiaires ont une durée variable. Somme toute, lorsque toutes les prestations sont comprises entre 8 et 20 heures, leur ordre de succession par rapport au repos est indifférent ; il suffit que tous les intervalles soient de 12 heures au moins. On satisfera aisément à cette dernière condition en commençant par la prestation la plus voisine de 6 heures, et en les groupant en progression comme le montre le schéma e. L'agencement dans ces divers cas est donc très simple.

Lorsque les prestations débordent du cadre de 8 à 20 heures, toujours sans enjamber minuit, on obtient généralement



une bonne disposition en les groupant en régression, comme au schéma f. On commence par la prestation dont l'heure de terminaison est la plus tardive après le repos, et on finit par celle terminant le plus tôt avant 20 heures avant le repos. Mais on obtient ainsi les intervalles les plus courts, la durée du repos étant maximum. Aussi cette méthode peut être en défaut lorsque la répartition des prestations sur la journée n'est pas assez régulière, certains intervalles

pourant alors être inférieure à 12 heures. On peut, dans ce cas avoir recours à la méthode générale. On peut aussi employer une méthode mixte, les prestations se succédant d'abord en progression, ce qui est favorable aux intervalles, puis en régression pour en revenir à un service finissant avant 20 heures. Le schéma *g* est un exemple de cette solution. Dans celle-ci, l'intervalle II-V est normalement le plus court et est donc celui sur lequel l'attention doit davantage se porter.

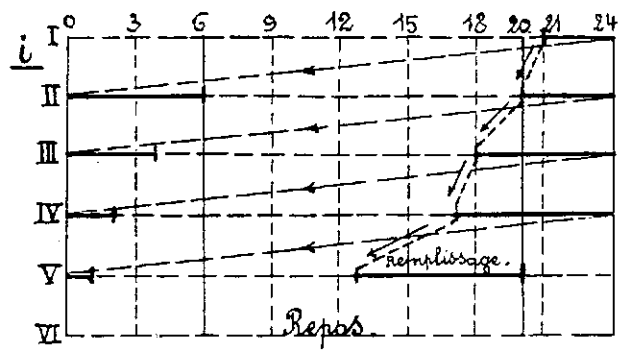
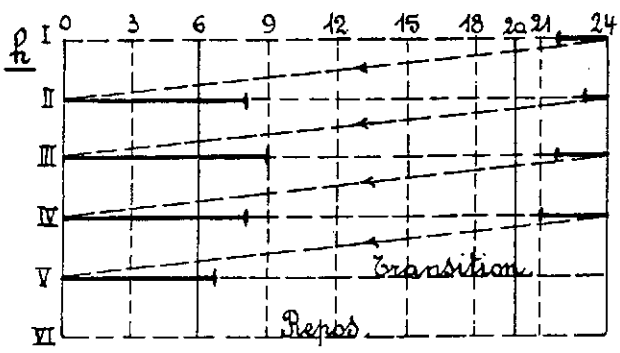


Le schéma *g* peut également servir, lorsque l'on doit agencer des prestations de jour et de nuit, à condition encore une fois que la variation des prestations soit suffisamment régulière; la prestation IV du schéma *g* pourrait ainsi être une prestation de nuit.

Enfin, si les prestations sont exclusivement de nuit, l'on devra recourir soit à une transition (schéma *h*), soit à un service de remplissage (schéma *i*). Dans la première hypothèse les services se classent assez indifféremment, vu que l'on a beaucoup de marge

avant et après le repos; les intervalles de 12 heures sont aisément atteints. Il n'y a pas de perte de rendement si les 4 prestations effectives atteignent 10 heures ($4 \times 10 = 5 \times 8$). Dans la seconde hypothèse, on dispose les services en ordre régressif pour autant que les intervalles le permettent, et de façon à ce qu'en

avant et après le repos; les intervalles de 12 heures sont aisément atteints. Il n'y a pas de perte de rendement si les 4 prestations effectives atteignent 10 heures ($4 \times 10 = 5 \times 8$). Dans la seconde hypothèse, on dispose les services en ordre régressif pour autant que les intervalles le permettent, et de façon à ce qu'en

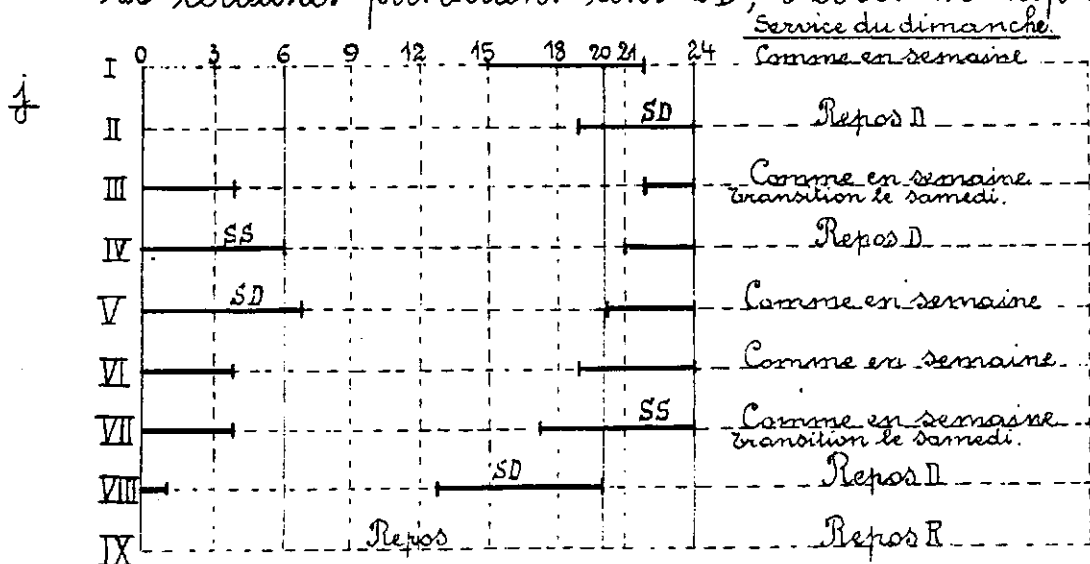


avant et après le repos; les intervalles de 12 heures sont aisément atteints. Il n'y a pas de perte de rendement si les 4 prestations effectives atteignent 10 heures ($4 \times 10 = 5 \times 8$). Dans la seconde hypothèse, on dispose les services en ordre régressif pour autant que les intervalles le permettent, et de façon à ce qu'en

tous cas ou bien la première prestation soit celle qui commence le plus tard, ou bien la dernière prestation soit celle qui termine le plus tôt, afin de ménager la 1^{re} ou la 5^e journée autant que faire se peut, pour pouvoir y introduire le service de remplissage. On reprend donc sur les intervalles pour préparer l'intervalle du 1^{er} ou du 5^e jour. La prestation de remplissage doit être de courte durée, et, à défaut de service de route, on intercale une prestation de réserve ou de relais, par exemple: ce service doit être si possible sédentaire, ou tout au moins très régulier. de façon à ne pas s'exposer à introduire une prestation qui dépasserait 20 heures et compromettrait le repos.

Dans tout ce qui précède, nous avons supposé que les prestations sont régulières (R), et que la série se borne à 6 services. On peut évidemment avoir plus ou moins de 6 services et composer la série en réunissant des séries partielles de 6 journées. Les procédés d'agencement restent les mêmes, avec cet avantage que l'on pourra faire permuer des prestations de l'une à l'autre série partielle suivant les besoins; on commencera par classer les prestations par ordre chronologique d'après l'heure de commencement; on en fera un graphique horaire, sur lequel on fera le groupement par séries partielles d'après les principes ci-dessus.

Si certaines prestations sont SD, l'écart des repos réguliers



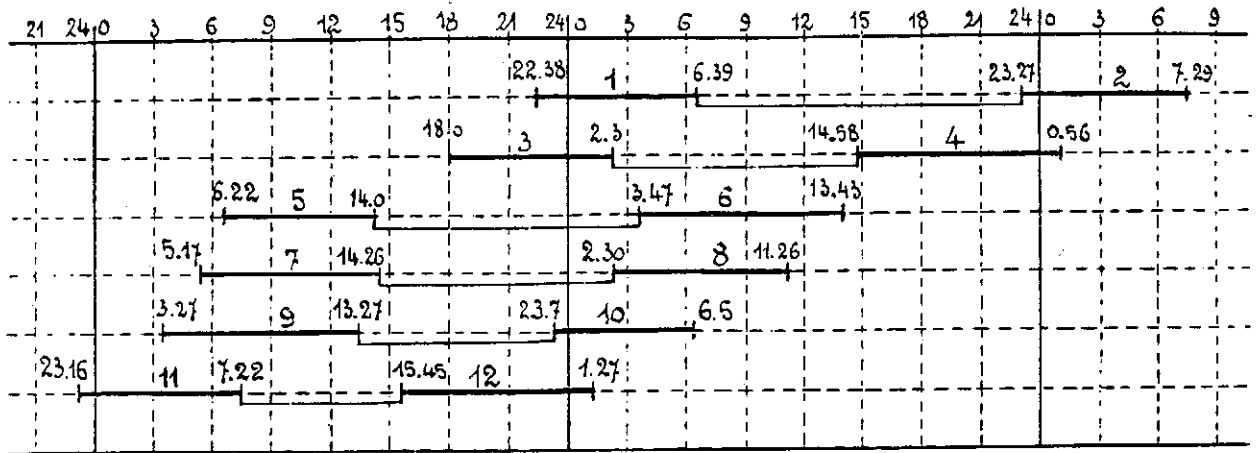
sera de plus de 6 jours; pour chaque prestation SD donnant lieu à un repos de suppression du dimanche, cet écart augmentera d'un jour. L'exemple ci-dessus (schema j) montre une série de 9 services, à un repos régulier et trois repos de suppression. Le premier repos D est réglementaire, le service précédent terminant avant 23 heures. Les deux autres le sont également, grâce à la suppression du service la veille; suppression qui donne lieu à deux transitions concourant à la diminution de la prestation moyenne.

Séries avec décrochers. Les roulements en simple équipe avec décrochers sont, comme nous l'avons dit, de beaucoup les plus importants et les plus fréquents. On peut les ramener à peu de chose près aux roulements sans décrochers, en considérant deux prestations consécutives, séparées par un décrocher, comme formant un tout, une prestation unique; aussi bien, on ne peut pas les séparer, elles se présentent comme un tout, lors qu'on veut procéder à l'agencement des prestations. Nous dirons que ces prestations sont conjuguées deux par deux. Les prestations, ainsi élargies, présentent cette différence avec les prestations simples qu'elles s'étendent sur deux jours ou deux fois 24 heures; mais les intervalles entre elles restent les mêmes.

On peut donc reprendre les raisonnements qui précèdent. Comme il s'agit de services à marchandises, les prestations sont pour la plupart des prestations de nuit. On a donc une transition ou un service de remplissage avant ou après chaque groupe compris entre deux repos réguliers, mais le plus souvent après. C'est donc généralement l'agencement régressif qui est de mise. De plus, comme une partie au moins des prestations sont SD, SS ou SL, deux prestations conjuguées étant en même temps SS, SD ou SD, SL, l'écart des repos réguliers est supérieur à 6 jours.

A titre d'exemple, soit si agencer les prestations reprises ci-dessous que nous présentons sous forme conjuguée et classées

par ordre régressif.



Si nous débutons par le groupe 1-2, nous voyons que le groupe 3-4 ne peut pas suivre, l'intervalle étant insuffisant; seul le groupe 11-12 peut suivre le groupe 1-2; après 11-12, nous pouvons reprendre à 3-4; de celui-ci, nous ne pouvons passer soit au repos, soit à l'un des groupes restants, qu'au moyen d'une transition ou d'un service de remplissage; les groupes restants comportent en effet des prestations de jour. Il faudra bien recourir à une transition si la moyenne des prestations est supérieure à 8 heures. Que l'on intercale le repos après le groupe 3-4, en tous cas, ou après l'un des groupes suivants, la situation est la même à ce point de vue. Au reste, peut-être faudra-t-il un second repos, tout dépend des suppressions du dimanche, lesquelles influent en même temps sur la moyenne des prestations. Les groupes restants doivent se classer dans l'ordre, car la prestation 5 peut seule suivre le repos; sinon, elles pourraient se classer dans n'importe quel ordre, car ces prestations sont à peu près équivalentes; on pourrait même alors adopter un ordre progressif afin d'améliorer les intervalles.

Supposons d'abord les services réguliers; il y a 11 journées effectives plus deux journées de transition, soit 13 journées; deux repas réguliers sont insuffisants, trois repas sont surabondants; tenons-nous en à deux repas, et nous aurons le roulement si-après:

I	n°1	22.38 - 6.39 Découcher	Durée: 8.01	} groupe 1-2
II	2	22.27 - 7.29	8.58	
III	11	23.16 - 7.22 Découcher	8.06	} groupe 11-12.
IV	12	15.45 - 1.27	9.42	
V	3	18. - 2.3 Découcher	8.03	} groupe 3-4
VI	4	14.58 - 0.56	9.58	
VII		Transition		
VIII		Repos		
IX	5	6.22 - 14.00 Découcher	7.38	} groupe 5-6
X	6	3.47 - 13.43	9.56	
XI	7	5.17 - 14.26 Découcher	9.09	} groupe 7-8
XII	8	2.30 - 11.26	8.56	
XIII	9	3.27 - 13.27 Découcher	10.	} groupe 9-10
XIV		10	23.7. - 6.5	
XV		Transition		
XVI		Repos		

Le total des prestations s'élève à $99^h.25$ pour $15 - 2 = 13$ journées, soit moins de 8 heures de moyenne; il y a un excédent de $13 \times 8 = 104^h - 99^h.25 = 4^h.35$; les deux transitions étaient donc nécessaires, l'une compense d'ailleurs le service double n° XIII et l'autre est en partie surabondante. On peut en profiter pour placer un court service à la place de la transition n° VII; mais on peut juger préférable de laisser subsister cette insuffisance pour combler les prestations supplémentaires qui se produisent souvent dans les services à marchandises, où les trains sont sujets à des retards fréquents; ensuite ce service nouveau servira à donner les repos manquants. Quant aux repos, ils sont insuffisants; on y remédiera en supprimant de temps à autre certains services de la série ou mieux en ajoutant un XVI^e service repos en réserve.

Supposons maintenant, ce qui est le cas le plus fréquent, que toutes les prestations soient supprimées une fois par semaine

et que nous ayons :

n° 1 SS - n° 2 SD - n° 11 SD - n° 12 SL - n° 3 SS - n° 4 SD.

n° 5 SS - n° 6 SD - n° 7 SD - n° 8 SL - n° 9 et 10 SD.

Les services 1, 2, 12, 4, 5, 6, 7 et 9-10 forment des repos de suppression; les services 11, 3 et 8 donnent lieu à des transitions du dimanche. On peut alors supprimer un repos régulier, le service n° XV ou le n° VIII; chaque agent dispose en effet d'un nombre de repos donné par la formule:

$$\frac{306 \times 1 + 59 \times 9}{14} \approx 60$$

Il subsiste un inconvénient, à savoir que le nombre de services est de 14, multiple de 7; on ajoutera de préférence un VII^e service effectif de jour, ou, à défaut de cela, un service de réserve. D'autre part, les transitions du dimanche font encore descendre la prestation moyenne; on obtient en effet:

$$\frac{99.25 \times 306}{306 \times 13 + 59 \times 3} = 7^h 19.$$

Il est donc très utile de trouver un service de remplissage pour le n° VII.

Séries mixtes. Les séries sont agencées d'après les règles que nous venons d'exposer, les parties comprenant des services de nuit se raccordant aux services de jour par l'intermédiaire de transitions ou par un repos intermédiaire.

Méthode générale. Les développements qui précèdent peuvent suffire; l'agencement des prestations en simple équipe est facile et ne comporte donc pas de recherches ardues. Nous croyons cependant utile d'indiquer brièvement une méthode générale destinée plutôt à synthétiser les recherches.

Supposons toujours 6 prestations, dont un repos. En admettant que toutes les combinaisons finissent par le repos, par exemple, nous ne sommes maîtres que de modifier la place des 5 prestations effectives, ce que, nous l'avons dit, nous pouvons faire de 120 façons différentes. Parmi celles-ci, $\frac{120}{5} = 24$ commencent par la prestation I, 24 par la prestation II, ... etc. admettons que I et III soient les seules prestations qui puissent

suivre le repas. Il reste $2 \times 24 = 48$ combinaisons à examiner. Parmi celles-ci, il faut éliminer celles dont le dernier service finit après 20 heures. Supposons que seules les prestations I, III, IV, V finissent avant 20 heures. Il nous reste les combinaisons:

1. Commencant par I, et finissant par III, IV ou V.
2. Commencant par III, et finissant par I, IV ou V.

Dans les combinaisons commençant par I, il y en a $\frac{24}{4} = 6$ qui finissent par II par exemple, et autant par III, IV et V. Nous conservons donc $6 \times 3 = 18$ groupements commençant par I, et 18 par III, soit 36 en tout.

Ensuite, deux services ne peuvent se suivre immédiatement que s'ils sont séparés par un intervalle de 12 heures au moins; admettons pour fixer les idées que les intervalles supérieurs à 12 heures soient ceux

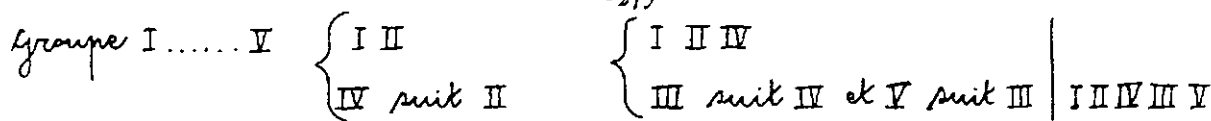
	I	II	III	IV	V
I	X	X	X	X	X
II	X	X		X	
III	X		X	X	
IV		X		X	X
V	X		X	X	X

représentés au tableau carré ci-contre; les croix donnent les successions possibles; ainsi I peut suivre II, III, IV ou V; II peut suivre I ou IV, mais pas III ou V, etc.

On obtient alors l'élimination suivante, où nous supprimons tous les intervalles à rejeter.

monstrons tous les intervalles à rejeter.

<p>Groupe I.....III I peut être suivi par II et V</p>	{	<p>I II II peut être suivi par IV</p>	{	<p>I II IV V peut suivre IV et III suit V</p>		<p>I II IV V III</p>
		<p>I V IV peut suivre V</p>		<p>I V IV II suit IV mais III ne suit pas II</p>		<p>à rejeter.</p>
<p>Groupe I.....IV</p>	{	<p>I II Pas de combinaisons III et V ne suivent pas II</p>				<p>à rejeter</p>
		<p>I V II et III ne suivent pas V</p>				<p>à rejeter</p>

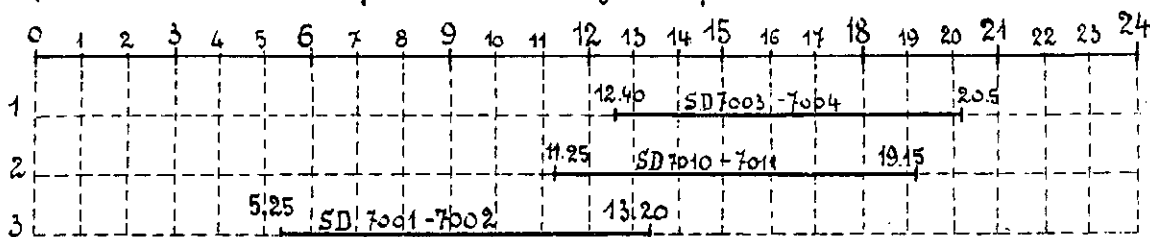


On peut procéder de même pour les groupes commençant par III ; on trouvera les seules combinaisons III V IV II I et III I II IV I. Il y a donc 4 roulements possibles sur 120.

Si deux services sont séparés par un décaucher, on les considère comme formant un kart.

66. Application. Reprenons l'application proposée au n° 60, page 214. Nous avons retenu comme se prêtant à l'agencement en simple équipe les services des locomotives types 32 et G 81.

Les prestations des locomotives type 32 sont reprises au graphique ci-dessous, par ordre régressif :

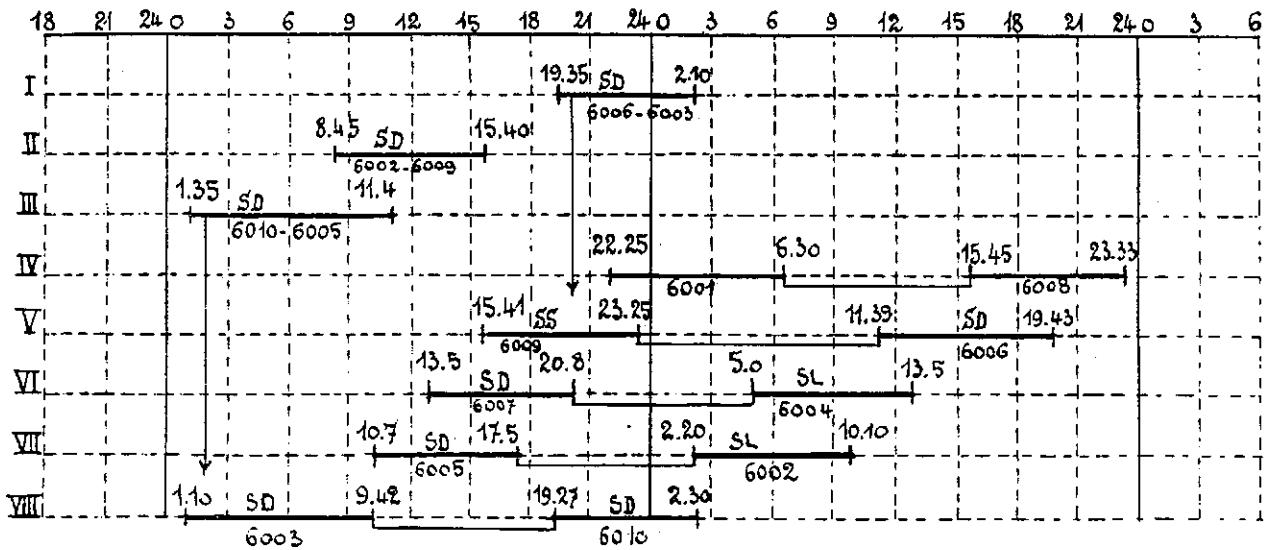


La fin de chaque prestation est postérieure au commencement des autres ; la simple équipe s'impose donc. Il s'agit d'ailleurs de prestations exclusivement de jour. Chaque prestation pouvant être remplacée par un repos le dimanche, trois équipes et trois locomotives suffisent. La prestation totale en semaine est de 20^h30, soit 6^h50 en moyenne. On ne peut guère les compléter que par des réserves partielles en complément. L'intervalle 2-3 n'est pas suffisant. On remédie à cet inconvénient en plaçant les prestations dans l'ordre 3-2-1 et en adoptant l'alternement hebdomadaire ; chaque personnel assure le même service pendant les 6 jours de la semaine et passe au service suivant le lendemain du repos ; de cette manière, l'intervalle 2-3 ne se présente que le jour du repos et la durée du repos est de 34^h10'. On peut donc dresser le roulement page 280.

Série H. - Hôl type 32. S.E.
alternement journalier : 45' avant - 45' après.

1	SD	7001	B	E	5,25 8,30	8,30	7,55	-	60
		7002	manœuvre de gare		8,30	9,20			
	D		E	B	9,20	11,30			
			Réserve			13,20			
			Repos						
2	SD	7003	B	E	12,40 13,25	15,50	7,25	-	60
		7004	manœuvre de gare		15,50	17,15			
	D		E	B	17,15	19,20			
			Repos			20,5			
3	SD	7010	B	F	11,25 12,10	13,50	7,50	-	50
		7011	manœuvre de gare		13,50	14,40			
	D		F	B	14,40	17,00			
			Réserve			17,00			
			Repos			19,15			
S Hôl préparée 1001, 1002 (5 ^h 02 à 8 ^h 55) Libre de 8,55 à 11,25. 7010-7011 (11 ^h 25 à 17 ^h 00) - relayé à l'arrivée par personnel de réserve.									
Estime de la série							13,10		170
Prestation moyenne journalière							7,43		57
Parcours moyen journalier									
Sa prestation journalière est égale à $43^h10 : 3 = 7^h43$ puisqu'on peut faire abstraction du service du dimanche. Les repos se donnent normalement les dimanches et jours fériés où l'on supprime habituellement les trains de marchandises.									

Nous avons ensuite divisé les prestations des locomotives 08¹ en prestations de route et réserves allumées. Traçons le graphique des premières toujours en ordre régressif.



Nous avons conclu déjà à la nécessité d'un seul repos régulier, à ajouter aux 13 prestations de route, ce qui donnait 14 personnels. Remarquons toutefois que les prestations VIII ne comptent que pour une journée (service coupé), ce qui, s'il ne faut pas de transition, pourrait réduire le nombre de

personnels nécessaires à 13. Or, les prestations s'échelonnant régulièrement sur la journée, et comprenant des services de jour, il paraît possible d'éviter la transition, si celle-ci n'est pas justifiée pour la compensation des longs services: Mais la prestation moyenne est de $100^h 15 : 12 = 8^h 22$ (sans transition), et nous devons admettre a priori que nous ferons descendre cette moyenne au-dessous de 8 heures à l'aide des transitions du dimanche. Si ce n'est pas possible, nous ajouterons un 14^e service transition. Nous comptons donc sur 13 journées y compris le repos.

Cela étant, les services de nuit se suivent régulièrement quel que soit celui où l'on commence. Dès lors nous intercalerons le repos entre deux services finissant et commençant le jour, soit entre VI et VII, et les prestations sans décrocher, entre les prestations avec décrocher, à un endroit convenable d'après leur heure de commencement, ainsi que le montrent les flèches: I entre IV et V, III entre VII et VIII, et II avant ou après le repos. Nous aurons ainsi le roulement ci-dessous.

Série J. Locomotives G 8 ¹ . Simple équipe.																			
1	SD { 6002 6009	B	A	8,45 9,30	11,40				8	6008	D	B	15,45 16,30	22,48 23,33	7,52	7,52	120		
			B		12,25	14,55	6,55	-	80	V Relayé à l'arrivée par réserve.									
		D		Repos															
2		Repos																	
		3	SD 6005	B	D	10,47 10,52	16,20	6,58	-	120	D alterne								
D				Repos															
4	SL 6002	D	B	2,20 3,05	9,25	7,50	-	120	S		D		15,41 16,26	22,40 23,25	7,44	-	120		
		L alterne		D		Repos													
5	SD { 6010 6005	B	A	1,35 2,20	4,50				11	SD 6006	D	B	11,39 12,24	17,58 18,43	8,4	-	120		
			B		7,27	10,19	9,29	-	80	D		Repos							
		D alterne																	
6	SD 6003	B	D	1,10 1,55	8,57	8,32	-	120	D		B		12,05 12,50	19,23 20,8	7,3	-	120		
		D		Repos															
7	SD 6010	D	B	19,27 20,12	7,45	7,03	-	120	D		B		3,00 3,45	12,20 13,5	8,5	-	120		
		D		Repos															
		6007	B	D	22,25 23,10	5,45	8,05	8,05	120	L		Repos							
			D		Repos														
												Cotations de la série		100,15	15,57	4440			
												Prestation moyenne journalière		7,58					
												Barèmes moy. journalier							
														111					

La prestation moyenne est donnée par la formule:

$$\frac{100,15 \times 306 + 15,57 \times 59}{12 \times 306 + 5 \times 59} = 7h58.$$

La transition n'est donc pas nécessaire, à moins que les services ne soient pas réguliers.

Quant au repos, la formule donne:

$$\frac{1 \times 306 + 8 \times 59}{13} \text{ ou } \frac{1 \times 365 + 7 \times 59}{13} = 60.$$

On peut de même tracer le graphique des réserves allumées; si on les classe par régression, on peut les mettre en série dans l'ordre et on obtient la série ci-dessous:

Série L. Hbl G8 ⁿ (S.E.)							
1	S.D.	Réserve allumée D Repos	23,00	7,00	8	-	
2		Réserve allumée	22,00	6,00	8	8	
3	S.D.	Réserve allumée D alterne	18,00	2,00	8		
4	S.D.	Réserve allumée D alterne	15,00	23,00	8		
5	S.D.	Réserve allumée D Repos	12,00	24,00	8		
6		Réserve allumée	9,00	17,00	8	8	
7	S.D. D	Réserve allumée manoeuvres de gare	8,00 6,00	16,00 14,00	8	8	
8		Repos					
Total de la série					56	24,00	
Prestation moyenne journalière					7,37		

Aux 7 prestations, on ajoute un repos, puisqu'on dispose de deux repos de suppression (un repos régulier pour 6 services), et deux repos D pour les deux autres. Il y a donc 8 équipes. La prestation moyenne s'établit par la méthode habituelle. Nous verrons plus loin comment on établit la série des réserves allumées en double équipe.

Enfin, nous avons une prestation de locomotive de manœuvre

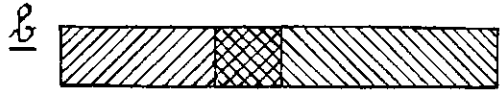
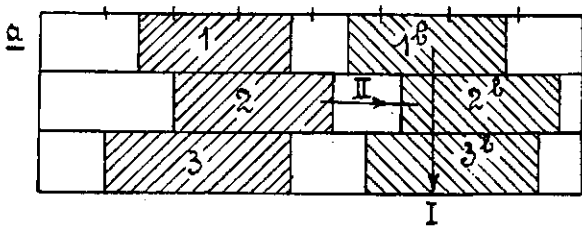
type 51, de 6 à 14, qui formera une série en simple équipe isolée, sur laquelle il nous paraît inutile d'insister davantage.

Série V. Locomotive type 51 Simple équipe

1	manoeuvres de gare D Repos Remplacé par L 7	6,00	14,00	8		
---	---------------------------------------------------	------	-------	---	--	--

67. Double équipe. Considérations générales. On peut se représenter la double équipe comme provenant de la juxtaposition de deux équipes simples, les services de l'une de celles-ci tombant exactement dans les intervalles de l'autre

(schema a). Ses deux équipes simples ne sont donc pas quelconques, non seulement les prestations de chacune d'elles doivent se succéder régulièrement, mais il faut aussi que deux prestations d'une même journée appartenant à l'une et à l'autre équipe simple ne chevauchent pas comme dans le schema b, et qu'en outre ces



deux prestations puissent se succéder. Le problème de l'agencement des prestations en double équipe est

donc beaucoup plus compliqué que celui de la simple équipe: si l'on veut procéder par juxtaposition de deux équipes simples, il faut d'abord répartir les prestations entre l'une et l'autre de celles-ci, puis, ayant formé l'une des séries, l'agencement de la seconde devra satisfaire à la fois aux conditions de la succession des prestations du même personnel, et de l'intercalation de celles-ci entre les autres; on devra en réalité vérifier la condition de succession verticale et celle de la succession horizontale (flèches I et II schema a). Encore faudra-t-il souvent faire passer une prestation d'un côté à l'autre pour arriver à la solution définitive.

Aussi cette manière d'envisager la constitution de la double équipe est-elle tout au plus bonne pour faire image; pour arriver à un résultat pratique, il faut au contraire se représenter les deux prestations d'une même journée comme formant un tout, une double prestation (1-1', 2-2', 3-3' schema a), et ainsi on en arrive à considérer deux parties dans le travail d'agencement en double équipe: la formation des prestations doubles, et l'agencement de celles-ci effectué tout comme dans une simple équipe, les questions d'intervalles et autres étant réservées. C'est dans cet esprit qu'est faite la présente étude. Chaque

journée comprenant deux prestations de 8 heures chacune, il y aura en moyenne chaque jour 16 heures de prestations. Pour le personnel, les choses sont les mêmes qu'en simple équipe; mais pour la machine, il ne reste que 8 heures d'intervalle au lieu de 16. Le coefficient d'utilisation de la machine est donc doublé et est de $\frac{5 \times 16 \text{ ou } 80}{144} \approx 55\%$. Cette utilisation doit être considérée comme constituant un maximum pour les services de route. En effet, étant donnée la très grande variation de ces services, il est impossible d'agencer couramment trois prestations de 8 heures en moyenne sur 24; si même c'était possible, il ne resterait plus aucun intervalle pour l'entretien, et la succession des services serait compromise au moindre retard et à la moindre avarie de machine. La double équipe est donc le type de roulement à adopter en général pour le service de route, exception faite des cas spéciaux où l'application de la simple équipe s'impose encore; la double équipe constitue le seul roulement possible dans le cadre de la journée de 8 heures, aux modalités de laquelle elle s'adapte d'une façon idéale.

Séries régulières. Le roulement normal est celui figuré au

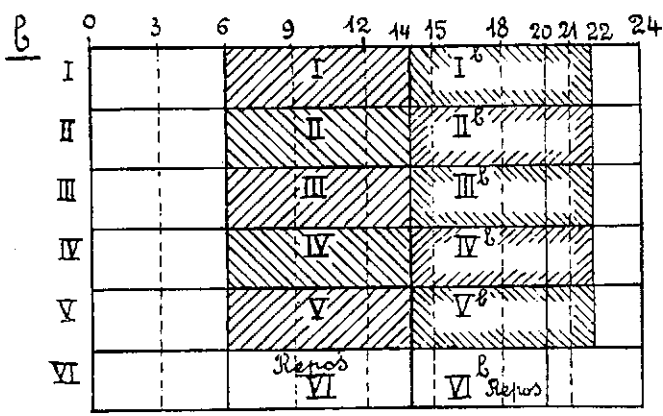


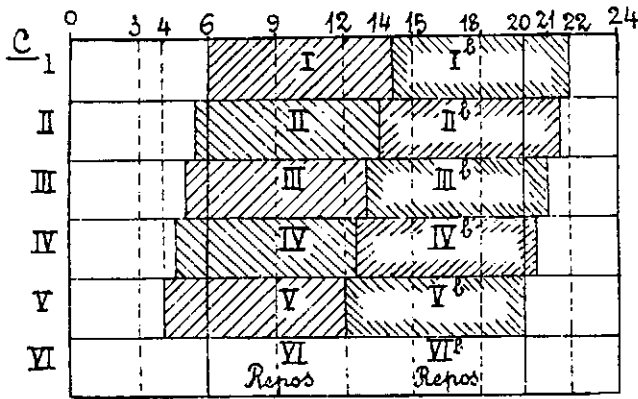
schéma b, qui est appliqué au service de manœuvres de gare, où le travail journalier des machines est interrompu pendant 8 heures; le service V, avant le repos, se termine après 20 heures, mais néanmoins le roulement est réglé

mentaire parce que le service des manœuvres est considéré comme sédentaire; la durée du repos VI^b est de 32 heures, mais en revanche celle de VI est de 48 heures; le service II^b constitue un repos d'alternement.

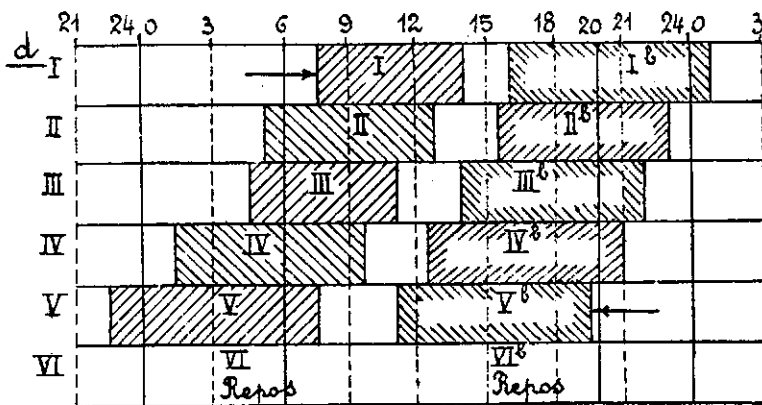
Au lieu des prestations journalières de 6 à 14 et 14 à

22 heures, on peut évidemment avoir celles de 5 à 13 et 13 à 21, etc. Si il s'agit de prestations de route, la condition qui exige que

le service I commence au plus tôt à 6 heures et que le service V^h finisse au plus tard à 20 heures, conduit à la série régulière schema c; nous y voyons la nécessité de grouper les prestations en ordre régressif, ce qui constitue un caractère



fondamental de l'agencement en double équipe. Nous constatons en même temps la nécessité de classer les prestations en prestation du matin et prestation du soir, en assimilant à l'une et à l'autre les prestations qui enjambent minuit, de sorte que



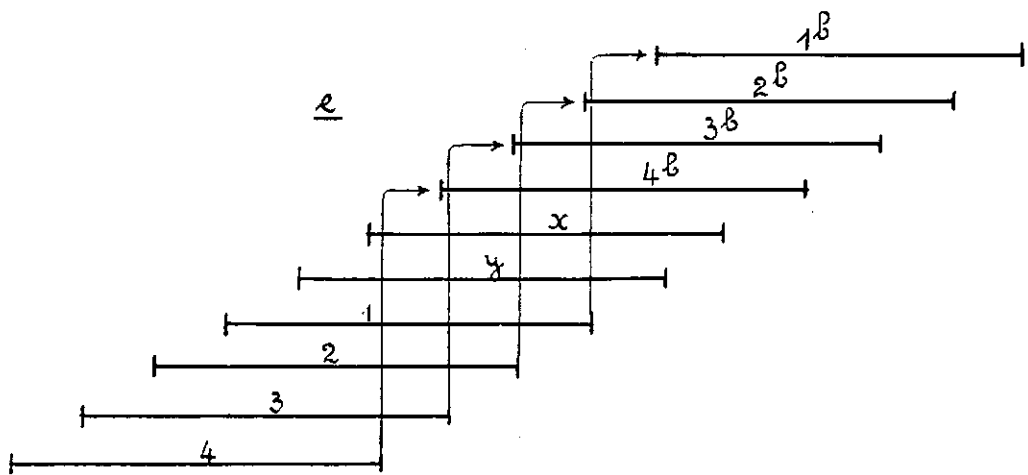
nous prévoyons le cas général des prestations de nuit; en outre un léger intervalle sépare les prestations du même jour. Le schema d représente aussi la série régulière dans

sa disposition la plus générale.

Règles et conditions spéciales d'établissement de la prestation double. De ce qui précède, il appert que l'ordre logique de succession des prestations en double équipe est l'ordre régressif. C'est l'ordre auquel on arrive instinctivement lors qu'on dresse une série sans s'être jamais préoccupé de règles ou d'autre chose que de l'habitude. Et la raison en est bien simple. Reprenons le schema d. Il a fallu que la prestation I (suivant le repos) commence après 6 heures, et que par conséquent la prestation accouplée I^h commence

relativement tard, et ce sera souvent une prestation de nuit; les prestations II^b, III^b , etc. doivent aller en régression puisque la dernière doit terminer avant 20 heures avant le repas suivant; les prestations II, III, \dots vont donc nécessairement aussi en régression. Un autre point de vue, la prestation I^b a été précédée d'un long repas; il faut bien que l'on réduise les intervalles suivants en conséquence, c'est-à-dire que l'on classe les prestations correspondantes par ordre régressif. Nous avons donc là une règle générale pour le classement des prestations, règle qui sera appliquée de façon d'autant plus rigide que la succession des prestations sera plus régulière. Cette règle comporte des exceptions parce que la régularité n'existe pas en pratique, et pour d'autres raisons que nous exposerons successivement.

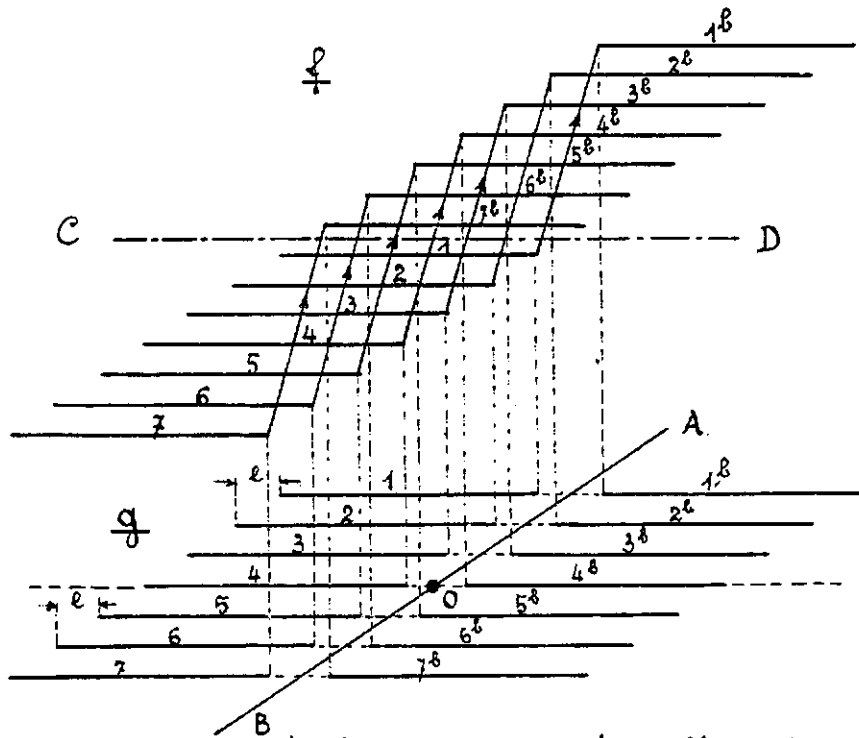
Nous venons de montrer que les prestations doubles doivent se succéder dans un certain ordre général. Mais comment d'abord fournir les prestations doubles, ou plus exactement comment partager les prestations entre l'équipe I et l'équipe I^b ? Tout naturellement, puisque les prestations I ont lieu avant celles I^b , en prenant pour I toutes celles qui commencent



le plus tôt, et comme I^b , celles qui ont lieu le plus tard. De là l'idée de classer d'abord toutes les prestations simples par ordre régressif, puis de les accoupler en prestations doubles en ménageant entre les prestations simples conjuguées des intervalles compatibles avec la bonne exécution du service.

Ainsi, dans le schéma e, on fera les groupes successifs 1-1^b, 2-2^b, 3-3^b, 4-4^b qui se suivent dans cet ordre. Remarquons que les prestations x et y échappent à cette méthode, ce sont celles du milieu de la journée. Il eut fallu, puisqu'il y a 10 prestations simples, pouvoir accoupler la 6^e avec la 1^e (y - 1^b), la 5^e avec la 2^e (1 - 2^b), la 4^e avec la 3^e, etc. Il peut donc arriver que certaines prestations du milieu de la journée ne s'accouplent pas. En sens opposé, les prestations 1 et 4^b peuvent être dans ce cas, si l'intervalle 1-1^b est insuffisant en pratique.

Supposons que l'agencement en prestations doubles ainsi compris s'effectue complètement comme au schéma f où les

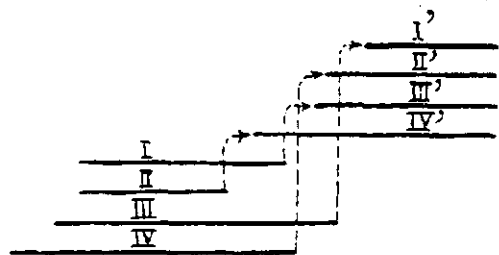


prestations se succèdent toujours à intervalles égaux. Les services obtenus 1-1^b, 2-2^b, ... sont reportés au schéma g. Les prestations 1 et 1^b, séparées par un intervalle que nous fixerons à 2 heures, prennent $2 \times 8 + 2 = 18$ heures. Il reste ainsi $24 - 18 = 6$ heures entre la fin du service 1^b et le commencement de 2, si l'on accorde 2 heures au moins pour cet intervalle, il reste 4 heures, maximum théorique que l'on peut admettre pour le décalage e de deux prestations consécutives. Si le décalage total de la prestation 7 par rapport à 1 est de

7 heures, le décalage entre deux prestations consécutives sera de $7:7 = 1$ heure. Plus il y a de prestations et plus faible est le décalage total, plus faible est également le décalage partiel, et plus élevé est l'intervalle entre les prestations doubles. Il peut donc arriver que le décalage soit tel que la double équipe ne soit pas possible, notamment si le décalage partiel dépasse sensiblement 4 heures.

Si l'on relie dans le schéma *g* les milieux des prestations doubles par une ligne droite AB, l'inclinaison de celle-ci donne l'image du décalage. Son milieu O est le centre de la série. La ligne droite CD (schéma *f*) passe par ce centre; elle sépare les prestations en deux groupes, dont l'un est celui des prestations simples du matin et l'autre est celui des prestations du soir. En général, la ligne caractéristique AB est peu inclinée dans les séries à voyageurs, comprenant surtout des services du matin et de la soirée, et très inclinée dans les séries à marchandises ou dans les séries comprenant des services de nuit, où les prestations s'étendent donc davantage sur le courant de la journée complète.

Mais en pratique les choses ne sont pas aussi simples, ni aussi régulières. Tout d'abord la durée des prestations n'est pas uniforme, et les heures de commencement ne s'étagent pas uniformément. Il en résulte que l'on n'accouplera pas les prestations dans l'ordre donné par l'heure de commencement si leur durée est variable, qu'on se basera alors sur l'heure



de terminaison: à I', on accouplera autant que possible celle qui finit le plus tard, soit III dans le dessin ci-contre; à II', IV et ainsi de suite. Il peut se

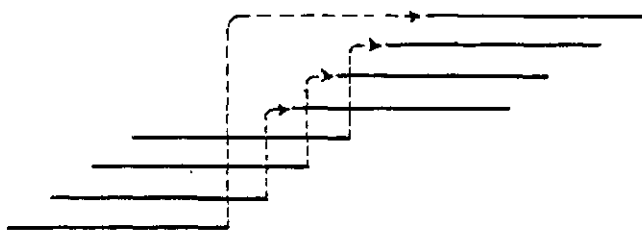
faire que l'on ait le choix dans ces combinaisons, et alors il faut choisir celle qui convient le mieux en tenant compte de l'heure de terminaison de la prestation double, comparée au

commencement de la suivante; on peut à ce point de vue faire des groupes de prestations qui sont échangeables suivant que l'heure de commencement ou celle d'achèvement ou les deux à la fois sont à peu près les mêmes. Par contre il peut se faire aussi que certaines prestations ne s'accouplent pas; c'est, comme nous l'avons vu souvent, le cas pour certaines prestations du milieu de la journée, prestations isolées, très souvent parce qu'elles sont très longues, lorsque par exemple elles ont une amplitude de 12 heures.

Il peut se faire aussi que l'accouplement de deux prestations soit obligé, dans le cas du relais de personnel en gare de passage sans changement de machine; on y gagne dans la facilité de l'agencement général, puisqu'on réunit deux traits sans intervalle sensible. Il en est de



même lorsque l'on peut accoupler deux prestations avec réduction des temps après et avant, par exemple quand il s'agit de trains faciles, quand il n'y a pas lieu à chargement de combustible, ou quand celui-ci peut se faire dans les battements, etc.



Si l'on peut faire un certain choix dans l'accouplement des prestations simples, on peut avoir intérêt à accoupler des prestations extrêmes en ménageant ainsi un intervalle

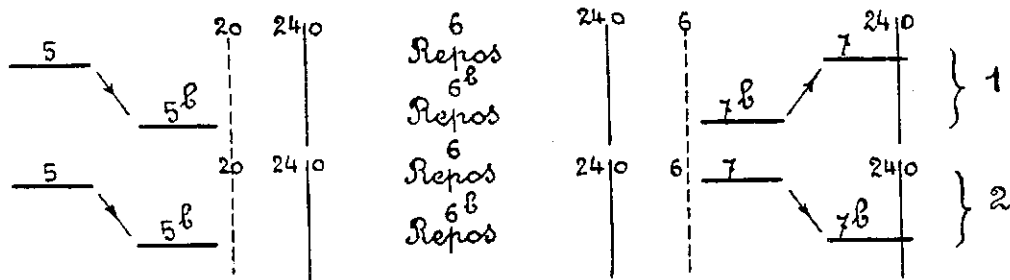
spacieux au détriment des autres, favorable à un bon entretien et servant en même temps de régulateur dans la série.

Lorsque l'accouplement des prestations simples est terminé et que l'on a formé les prestations doubles, il reste à agencer celles-ci. L'ordre de succession sera généralement l'ordre régressif, tel qu'il se présente sur le graphique. Mais à cause du manque de régularité dans la succession des heures de début et

de fin de service, il conviendra cependant d'apporter des modifications à cet agencement, et l'on devra même revenir sur la formation des prestations doubles si des difficultés se présentent dans leur succession.

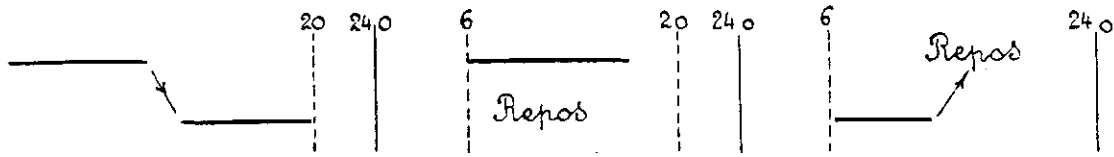
Il faudra notamment tenir compte, pour l'agencement des prestations doubles, des remarques ci-après :

1. Les prestations finissant à 20 heures au plus tard devant se terminer avant les repos, sont repérées et déplacées en cas de nécessité. Il en est de même pour celles débutant après 6 heures. Lors que les repos des deux équipes coïncident, ce qui est à rechercher, on peut adopter l'une des deux dispositions 1 et 2 ci-après. Dans



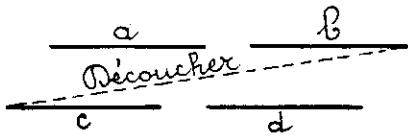
la première, à laquelle il faut donner la préférence, bien qu'elle n'équilibre pas aussi bien la durée des repos, l'équipe qui assurait les services du matin avant le repos, assure ceux du soir et de nuit après le repos. Dans la seconde, la même équipe continue à assurer les services du soir et de nuit, ce qui n'est pas recommandable, car il faut éviter autant que possible les longues successions de service de nuit peu désirées d'ailleurs par le personnel. Le repos double dans la disposition 1 joue ainsi le rôle d'alternement pour passer des services du soir à ceux du matin et inversement.

Mais il n'est pas toujours possible d'assurer la coïncidence de tous les repos. C'est le cas pour les séries comportant des prestations isolées telles que celles signalées plus haut. Les repos se suivent alors généralement à un jour d'intervalle, comme le montre le schéma. Il en est de même lorsque



certain services sont à découper, comme nous allons le voir.

2) Lorsque il y a découper, les deux prestations doubles correspondantes sont nécessairement consécutives, quelle que soit leur position: c d doit nécessairement suivre a b. De plus le découper donne généralement lieu à passage du service de nuit au service de jour, c'est-à-dire joue le rôle d'alternement. Pour peu que les prestations du découper soient longues, il y a avantage à mettre



une des deux équipes en repos, sinon l'intervalle serait trop long.

3) Lorsque les prestations de nuit sont très longues et se terminent tard, il est parfois utile de désigner les prestations consécutives avant tout autre chose. Les prestations de nuit doivent se suivre par groupes de façon à éviter les transitions et à permettre l'intercalation des repos.

4) Si la série est longue, il est utile de séparer les prestations doubles en groupes séparés par des repos, ceux-ci se reproduisant généralement après 6 services, ou après un nombre supérieur s'il y a des repos SD. Pour effectuer ces groupements, on prend les prestations de deux en deux, ou de trois en trois, en ayant égard aux autres conditions à remplir.

5) Il peut être utile de placer des prestations difficiles à certains endroits spéciaux, soit par exemple après le repos ou après un intervalle permettant une visite et un entretien approfondis de la machine; de même si les cause d'alimentation sont mauvaises, on reportera les prestations faciles avant le lavage.

6) Avant de commencer le travail d'agencement des prestations

doubles, il faut évaluer la prestation moyenne de façon à voir s'il y a lieu d'introduire une ou plusieurs transitions ou bien de se borner à quelques relais supplémentaires. De même, on doit connaître le nombre de repas à intercaler.

68. Exemple d'application de la méthode. Nous mettons

sous forme de graphique les prestations de la série A, locomotives type 8^{bis} de Bruxelles-Nord. (Livret au 1-10-1923). Nous comptons 30 prestations valant en moyenne 7^h.56. Il n'est donc pas nécessaire de recourir aux alternements, et la prestation est complète. D'autre part, il faudra $30 : 5 = 6$ repas, soit en tout $30 + 6 = 36$ services partiels ou 18 services en double équipe.

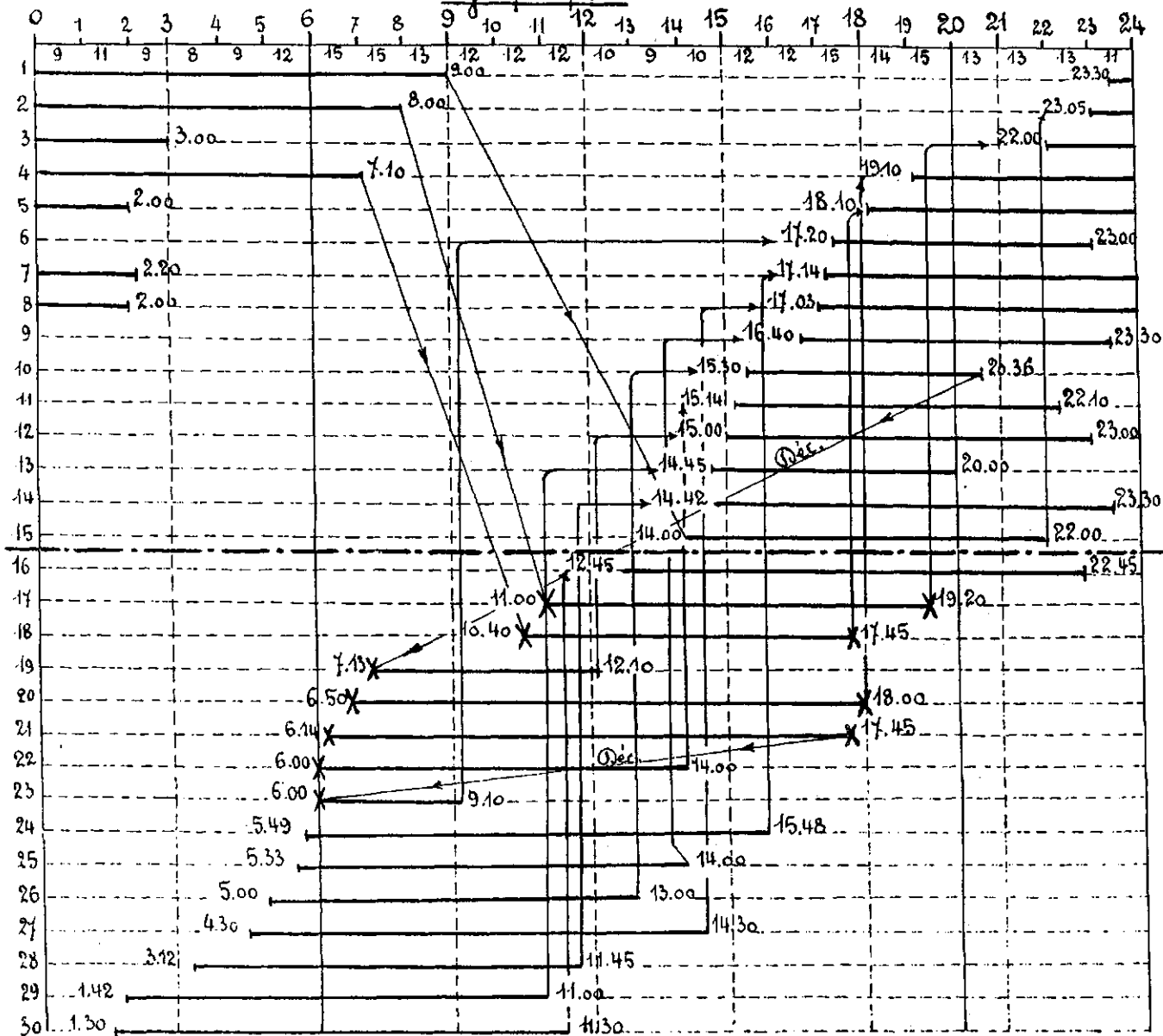
En traçant des lignes verticales aux différentes heures de la journée, on obtient le nombre de machines utilisées complètement ou partiellement, ou absentes de la remise. Ce nombre est inscrit en tête du graphique. Il varie entre 8 et 15; avec 3 machines de repos, il en faudrait donc $15 + 3 = 18$; il faut donc bien 18 machines au moins, comme trouvé plus haut. Nous voyons en outre que le service est le plus tendu entre 6 et 8 heures ainsi qu'entre 17 et 20 heures; il est le moins tendu entre 3 et 4 heures.

La ligne de séparation des deux groupes du matin et du soir se trouve entre les prestations 15 et 16; le centre de la série est donc situé approximativement entre 12^h.45 et 14^h.00. Si la prestation 15 accouplée à 2 est passée dans le groupe du matin, c'est que la prestation 16 a dû passer dans le second groupe pour pouvoir s'intercaler entre 1 et 2.

Les croix indiquent les prestations finissant avant 20 heures ou commençant après 6 heures. Les flèches montrent le résultat de la formation des prestations doubles. On remarque tout d'abord que trois services de nuit 1, 2 et 4 finissant très tard, il a été nécessaire de les faire suivre par les trois prestations du matin commençant le plus tard, 15, 17 et 18, 15 prenant la place de 16 comme nous venons de l'indiquer. Les autres prestations

Formation et Agencement des prestations de la série A, locomotives type 8^{bis}, de Bruxelles-Nord. (Livret au 1.10.1923)

Graphique.



Roulement.

18 ^b	23.30 - 9
1	23.05 - 8
2	22 - 3
3	alt.
4	Repos.
5	17.20 - 23
6	16.40 - 23.30
7	14.45 - 20.00
8	Repos.
9	6.50 - 18.00
10	10.40 - 17.45
11	5.49 - 15.48
12	4.30 - 14.30
13	5 - 13
14	Repos.
15	15 - 23
16	15.14 - 23.10
17	14.42 - 23.30
18	12.45 - 22.45
1 ^b	23.30 - 9.00
2 ^b	11 - 19.20
3 ^b	Repos
4 ^b	6.14 - 17.45
5 ^b	6 - 9.10
6 ^b	5.33 - 14.00
7 ^b	1.42 - 11.00
8 ^b	Repos.
9 ^b	19.10 - 7.10
10 ^b	18.11 - 2.00
11 ^b	17.14 - 2.20
12 ^b	17.03 - 2.00
13 ^b	15.30 - 20.36
14 ^b	7 - 12.10
15 ^b	Repos
16 ^b	6 - 14.00
17 ^b	3.12 - 11.45
18 ^b	1.30 - 11.30

sont accouplées de façon à peu près régulière. Nous avons toutefois réuni la prestation 23 à 6 pour ménager un long intervalle au milieu de la journée. De même nous avons relié 29 à 13.

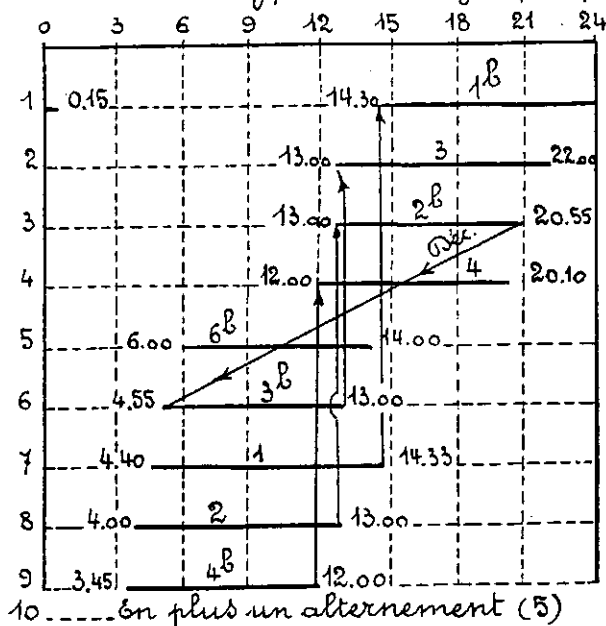
On peut passer ensuite à l'agencement des prestations doubles. On observe qu'il sera utile de déplacer les repos par les deux décauchers; il n'y aura donc que deux repos qui coïncideront. Nous commençons par la prestation 1, que nous ferons figurer au service 18^h. En suivant les flèches, le service 1-1^h sera ainsi 14^h à 22^h et 23^h.05 à 8^h; puis 2-2^h sera, toujours en suivant les flèches, 11^h à 19^h.20 et 22^h à 3^h. Nous interrompons là les services de nuit. Après 11^h-19^h.20 nous prévoyons un repos à 3^h; 3 sera alternativement; nous placerons en compensation un service coupé à 18^h qui comprendra 1^h.30 à 11^h.30 et 23^h.30 à 9^h. Le service 4 sera repos, et nous placerons en face un premier service à décaucher; 4^h sera 6^h.14 à 17^h.45. 5^h sera donc 6^h à 9^h.10 et, en suivant les flèches, 5 sera 17^h.20 à 23^h. Nous reculons ensuite vers le repos double, pour lequel nous utilisons le service 14^h.45 à 20^h.00. Nous avons ainsi les services 6-6^h, 7-7^h, en suivant les flèches et en régression. 8-8^h est donc un repos double. Nous partons ensuite du premier service pouvant suivre le repos et nous avons, en suivant les flèches, 6^h.50-18^h.00, 19^h.10 à 7^h.10, 10^h.40 à 17^h.45 et 18^h.11 à 2^h.00 constituant 9, 9^h, 10 et 10^h; puis nous remontons en régression en ayant soin d'alterner, car les prestations bis devront, après l'intercalation d'un repos, conduire à 18^h; prestation de 1^h.30-11^h.30. Nous alternerons à l'aide du second décaucher. Nous aurons ainsi successivement 11, 11^h, 12, 12^h, 13 et 13^h puis le décaucher; 14^h étant 7^h à 12^h.10, nous mettons un repos à 14 puis à 15^h, 15 étant la prestation 15^h à 23^h, qui était accouplée à 7^h-12^h.10. La suite s'annonce d'elle-même.

Remarquons que l'on peut faire dans cette série et en suivant la méthode, de nombreux échanges pour remédier à des intervalles qui seraient reconnus très courts. Le présent travail est surtout théorique, et a pour but de montrer avec quelle

facilité l'agencement méthodique permet de résoudre les problèmes les plus difficiles.

69. Application. Nous reprenons l'application proposée au n° 60, page 214, en ce qui concerne l'agencement des séries en double équipe.

Locomotives type 8. Le graphique ci-dessous contient les presta-



tions des locomotives type 8. Rappelons que nous avons 8 prestations effectives, auxquelles nous avons dû en ajouter une d'alternement pour ramener la prestation moyenne au-dessous de 8 heures, soit 9 prestations; il en fallait une 10^e pour constituer avec les deux repos une série de 6 services en double équipe;

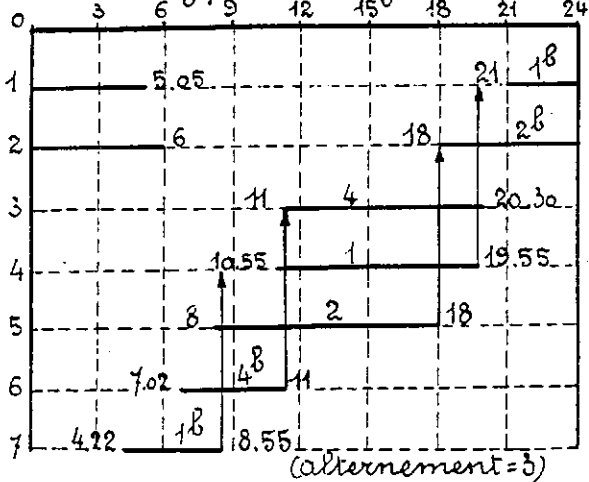
l'alternement étant somme toute une prestation du soir, c'est une prestation du matin que nous ajouterons, soit la 5^e ou réserve de 6^h 00 - 14^h 00. Entre 12 et 13 heures, il faut 5 machines + 1 pour repos, ce qui donne bien 6 en tout.

Les prestations 9 et 4, ainsi que 7 et 1 s'accouplent nécessairement, car il y a relais du personnel sans changement de machine; la prestation 8 s'accouple avec 3, suivie de 6 après décrocher, qui se réunit à 2; il n'y a pas d'autre combinaison. Le n° 5, service du milieu, réserve supplémentaire, est un service isolé on va avec l'alternement. On forme alors aisément la série :

On commence naturellement par 7 et 1, qui forment 1-1^{le}; 6 et 2 viennent après le décrocher; on prend donc 8 et 3 pour 2-2^{le}, et par conséquent 2 et 6 pour 3-3^{le}; 4 et 9 forment 4-4^{le}; puis viennent une transition et un repos pour 5-5^{le}, puis un repos et le n° 5 pour 6-6^{le}; on forme ainsi la série ci-dessous:

Série A. - Locomotive type 8. Double équipe.																				
1	103 112 115	B A B	D A B	4.40 5.25 9.30 13.30	8.00 12.30 14.30 14.33	9.53	9.53	320	1 ^{re}	115 120 127	B A B	D A B	14.30 14.33 17.50 22.50	16.55 21.10 23.30 0.15	9.45	9.45	320			
2		Blankon		4.00	13.00	9.00	9.00	-	2 ^{re}	116 121	B A D Réserve	A D	13.00 13.35 16.30	14.50 20.10 20.55	7.55	7.55	200			
3		Blankon		13.00	22.00	9.00	9.00		3 ^{re}	106 111	D A B	A B	4.55 6.10 11.05	10.05 12.30 13.00	8.05	8.05	200			
4	102 107 110	B A C B	A C B	3.45 4.30 6.40 10.30	5.35 8.30 11.40 12.00	8.15	8.15	130	4 ^{re}	110 119 118	B A C B	A C B	12.00 12.10 15.10 18.20	13.15 17.10 19.25 20.10	8.10	8.10	130			
5		Granilion							5 ^{re}		Repos									
6		Repos							6 ^{re}		Réserve pour relais de B ² -B ³ et B ³ B		6.00	14.00	8.00	8.00				
																	Coûts de la série Prestation moyenne journalière Circuits moyen journalier	78.03 7.50	78.03	1300

Locomotives type 15. Le graphique se présente comme suit :



Il y a 7 prestations donnant une moyenne légèrement au-dessous de 8 heures, auxquelles nous adjoignons 1 repos pour faire une série de 4 journées en double équipe.

On réunit successivement les prestations 4-1, 5-2,

6-3 ; la prestation 7 reste isolée et correspondrait au repos. Mais il est aisé de voir qu'après la prestation 2 il faut un alternement ; la prestation 7 est reliée à 1, avec laquelle elle forme un service coupé.

On agence ensuite les prestations doubles comme suit : 7-4-1 forment 1-1^{re} ; 5-2 forment 2-2^{re} ; après 2^{re} il faut un

alternement 3^{le}, auquel nous faisons correspondre le repos 3 ; pour 4-4^{le}, nous devons prendre 6-3, mais nous renversons l'ordre des deux prestations de façon à pouvoir passer de 4^{le} à 1, qui commence très tôt ; l'alternement donnera les repos manquant le dimanche, la fin du service précédent étant S.D. On obtient ainsi le roulement ci-dessous :

Série B. - Locomotives type 15. - Double équipe.																			
1	1022	B	F	10.55	11.35	12.20													
		manœuvres de gare		12.30	14.00														
	1023		B	14.00	14.45														
	1024		F	17.5	17.50	9.00	9.00	100											
		manœuvres de gare		17.50	18.30														
	1025		B	18.30	19.15	19.55													
									1 ^{le}	Relayé en gare par A6B									
										SS1013	B	E	21.00	21.40	22.30				
										libre 2 heures									
										SD998		B		3.30	4.25	6.05		60	
										5 Repos. - 1001 - 1002 par K3									
2	tbl préparée et conduite en gare par A6B																		
	1003	B	E	8.00	9.5														
		manœuvres de gare		9.5	11														
	1004		B	11	11.55	10.00	10.00	120											
	1007		E	14	15.00														
		manœuvres de gare		15.00	17.00														
	1008		B	17.00	17.55														
	Relayé à l'arrivée par B3				18.00														
									2 ^{le}	libre 2 heures					10.00	4.45	120		
										SD	999	B	E	3.10	4.20				
										1000		B		4.50	5.55				
										Relayé en gare par A6B									
										S 1011 - 1012									
3	Repos									3 ^{le}	alterne D Repos								
4	1020	B	F	7.02	7.42	8.27													
	1021		B	8.59	9.40	11.00	3.58	3.58	50										
										4 ^{le}	1005	B	E	11.00	11.03	11.58			
											1006		B	13.58	15.50	9.30	9.30	120	
											1009		E	16.59	17.55				
											1010		B	19.00	19.50	20.30			
											Estime de la série prestation moyenne journalière parcours moyen journalier				55.06	7.35	42.28	630	158

Locomotives G8^a (réserves allumées). On trouve facilement le roulement en double équipe ci-dessous (page 298).

Locomotives type 51. Les deux prestations à assurer forment la série en double équipe ci-dessous (page 298) qui s'explique d'elle-même.

70. Comparaison entre la simple et la double équipe.

Nous avons indiqué les cas d'application tant de la simple

Série L. - Hbl G8 ¹ (Double équipe).														
1	SD	Réserve allumée	12,00	20,00	8	-	-	1 ^{re}	SD	Réserve allumée	23	7	8	
	D	Repos							D	Repos				
2		Réserve allumée	9,00	17,00	8	8		2 ^e		Réserve allumée	22	6	8	8
3	SD	Réserve allumée manœuvres de gare	8	16,00	8	8		3 ^e	SD	Réserve allumée alterne	18	2	8	
	D		6	14	8	8			D					
4		Repos						4 ^e	SD	Réserve allumée alterne	15	23	8	
									D					
											Total de la série		56	24
											Prestation moyenne journalière		7,37	

Série T. Locomotive type 51. Double équipe.											
1	SD	manœuvres de gare	6	14	8	1 ^{re}	SD	manœuvres de gare	14	22	8
	D	repos					D	repos			

que de la double équipe, et nous avons montré qu'il y a place dans une exploitation bien comprise pour l'une et l'autre méthode, que l'une ou l'autre s'impose bien suivent, et qu'en tous cas la double équipe s'adapte le mieux à la journée de huit heures, et est, de ce chef, d'emploi le plus fréquent.

Néanmoins, l'une et l'autre méthode conservent leurs partisans, la question reste controversée et il est utile de résumer les arguments pour et contre, bien que nous croyions avoir justifié avec une netteté suffisante la solution adoptée sur notre réseau.

On attache à la simple équipe le grand avantage de n'exiger qu'une seule équipe titulaire par machine. Chaque machine est ainsi l'objet de plus de soins de la part de ses desservants; ceux-ci sont directement responsables de la bonne conduite de leur moteur; ils s'y attachent davantage, et l'on n'a pas à craindre les rapports tendus entre deux coéquipiers, que l'on constate parfois dans la double équipe. Ses partisans de la simple équipe voient dans cet avantage un gros élément en faveur de la régularité du service, de la diminution des travaux d'entretien et par suite des dépenses d'exploitation. Le service de la remise est évidemment

plus aisé; on dispose d'un plus grand nombre de moteurs pour effectuer le même service; les intervalles sont toujours très longs et permettent l'exécution de travaux d'entretien relativement importants; en cas de retard dans les rentrées, les machines reprennent plus aisément le service suivant. Par contre, les longs intervalles sont à certains points de vue favorables à la banalisation, car l'on est plus aisément tenté d'effectuer la réutilisation des machines à la moindre difficulté; mieux vaut la double équipe en cas d'insuffisance d'effectif. En outre, la simple équipe est défavorable à la consommation de combustible par suite du refroidissement des moteurs dans les intervalles; en d'autres termes les allumages sont plus fréquents et plus coûteux. Enfin, l'on doit mettre en ligne un effectif de moteurs plus élevé qu'en double équipe; les dépenses d'intérêt et d'amortissement du matériel en sont notablement augmentées. Lorsqu'on exploite en simple équipe, on dispose il est vrai d'un plus puissant effectif, susceptible de faire face à une forte augmentation de trafic par le recours à la double équipe. Mais cette prime au désarroi coûte très cher.

Au début, on n'employait guère la double équipe que par nécessité, pour cause d'insuffisance de l'effectif. Maintenant elle s'impose, comme nous l'avons montré, depuis l'application de la journée de huit heures. La double équipe est favorable au rendement des moteurs, elle donne lieu à une consommation de combustible moindre, elle diminue les dépenses inhérentes au capital engagé. Par contre, le roulement est moins élastique; il nécessite une réserve de locomotives plus importante, l'entretien s'effectuant plus difficilement dans les intervalles; le roulement est plus sensible aux irrégularités, retards, etc; mais, en dehors des périodes de désarroi, du moment que les intervalles ne sont pas trop serrés, les banalisations sont moins à craindre, et la régularité est, quoi qu'on en pense, mieux assurée. Grâce à la double équipe, on peut mieux utiliser les machines les plus puissantes et, au besoin, maintenir en service celles qui sont

en meilleur état. Ses difficultés que l'on reproche à la double équipe, et qui découlent d'un défaut d'entretien, doivent être vaincues par une forte organisation d'entretien. Il doit en outre s'établir entre les équipes qui conduisent le même moteur une entente et un esprit de collaboration que les règlements et l'organisation doivent développer, et qui sont le fruit d'une meilleure instruction, laquelle doit tendre à porter l'esprit professionnel à un niveau plus élevé. L'habitude de la collaboration mutuelle ainsi que du désintéressement et de la confiance réciproques doit entrer dans les moeurs. Et ainsi la double équipe introduit un esprit nouveau, tout opposé à l'esprit particulariste qui est le propre de la simple équipe.

71. Triple équipe. Services des manoeuvres de gare.

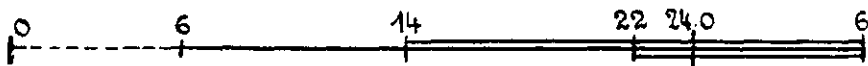
Dans la triple équipe, le personnel et la locomotive sont utilisés d'une façon continue. Ses intervalles n'existent pas. L'utilisation du matériel est complète, à part le réchet dû à l'allocation du repos hebdomadaire.

Cette organisation n'est possible que dans des services locaux, où la locomotive travaille sur un parcours limité, toujours le même, à proximité de son endroit de ravitaillement et de relais du personnel. Tels sont les services de manoeuvres de gare, d'allège sur fortes rampes (plans inclinés de Liège) et certains services locaux, tels que transferts de rames entre deux gares voisines, desserte de raccordements industriels et de charbonnages, tous services qui présentent les mêmes caractères que les services de manoeuvres dans les gares. Ses temps d'utilisation comprennent implicitement, comme nous l'avons vu, les opérations de ravitaillement, de nettoyage des feux et de graissage, ou bien, si le service ne peut être interrompu, une prestation est créée pour le remplacement successif des machines pendant le temps fixé pour exécuter ces opérations.

La triple équipe caractérise donc en somme les services sédentaires de manoeuvre de gare. Elle est d'usage presque général parce que ces services sont le plus souvent continus.

Lorsqu'ils ne comportent qu'une utilisation de 8 ou de 16 heures par jour, c'est la simple ou la double équipe respectivement qui sont d'application, mais tout ce que nous dirons de la triple équipe s'applique en général à la double et à la simple équipe, envisagées en tant que services de manœuvres de gare. Nous considérons donc l'étude de la triple équipe comme s'appliquant spécialement aux prestations de manœuvres de gare.

Nous sommes en présence d'un certain nombre de prestations continues et complètes de 0 à 24 heures. Si l'on doit fournir en complément un certain nombre de prestations partielles de 8 ou de 16 heures, celles-ci ne pourraient concourir à la formation de la triple équipe, mais bien à celle de simples ou doubles équipes, à moins toutefois que, comme nous en donnerons un exemple, ces prestations partielles ne puissent entrer dans la triple équipe en même temps que des services de repos. Admettons d'abord que nous n'ayons que des prestations complètes de 0 à 24 heures. Celles-ci se subdivisent généralement en prestations partielles de 6 à 14, 14 à 22 et 22 à 6 heures. Les heures de relais à 14, 22

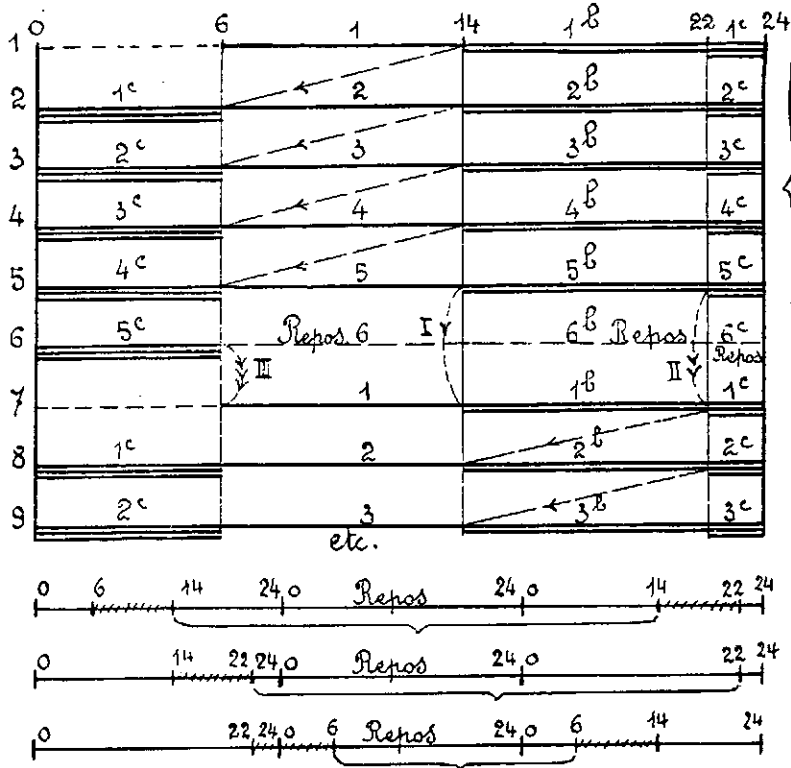


et 6 heures sont celles où les équipes sédentaires qui opèrent avec les locomotives dans les gares font également la relève. On peut d'ailleurs adopter toute autre subdivision, sans que le travail d'agencement soit aucunement modifié.

On peut distinguer trois cas :

- 1) Tous les services sont réguliers.
- 2) Une partie des services sont SD ou à suppression hebdomadaire.
- 3) Tous les services sont SD ou supprimés une fois par semaine.

Lorsque les services sont réguliers, l'agencement à adopter est le suivant :



1 6 à 14 1^b 14 à 22 1^c 22 à 6
 2 " 2^b " 2^c "
 3 " 3^b " 3^c "
 4 " 4^b " 4^c "
 5 " 5^b " 5^c "
 6 repos 6^b repos 6^c repos

On peut considérer que les prestations journalières vont de 6 à 6 heures. Le roulement présente les deux particularités suivantes :

- 1) Les repos ont une durée respective de 48, 48 et 24 heures ;

sur les deux premiers, il y a un excès de 8 heures sur le repos moyen de 40 heures (24+16), sur le troisième, cet excès de $2 \times 8 = 16$ heures est repris. Lorsqu'on passe du service de 6 à 14, à celui de 14 à 22, et de celui de 14 à 22 à celui de 22 à 6, on recule les prestations de 8 heures ; à l'occasion du dernier repos, qui constitue un alternement, on avance au contraire les prestations de $2 \times 8 = 16$ heures pour passer du service de nuit au service de jour. On attache donc une prestation de 8 heures à chaque journée, sauf aux repos, et l'on ne pourrait, si l'on ne comptait pas les alternements comme repos, réaliser le nombre des 306 prestations réglementaires annuelles.

Dans l'hypothèse envisagée, les repos reviennent régulièrement de 6 en 6 jours, sinon il est nécessaire d'accorder des repos supplémentaires au moyen d'éléments pris en dehors de la série.

- 2) L'alternement, c'est-à-dire le passage du service de 6 à 14, à celui de 14 à 22, de celui-ci au suivant, et du

dernier au premier est journalier. A noter d'ailleurs que, au moment que la série comprend un service repos, l'alternement est normalement journalier, sinon les mêmes équipes seraient en repos plusieurs jours consécutifs.

Dans la pratique, cependant, les équipes ne passent pas toujours successivement d'un service au suivant, tandis que les équipes en repos effectuent chaque jour l'alternement. Il faut en effet tenir compte des conditions suivantes.

Les prestations, quoique ayant lieu aux mêmes heures, sont différentes en ce qui concerne l'endroit où opère la locomotive. Ainsi, par exemple, la première locomotive (équipes de 6-14, 14-22 et 22-6) opère au poste P de la gare; la seconde et la troisième au poste Q, la quatrième au poste R, etc. Ou bien les locomotives opèrent dans des gares différentes, situées parfois à une certaine distance l'une de l'autre. Il résulte de là que le travail des moteurs est différent suivant les postes où ils opèrent, donc que les prestations sont bien différentes; l'alternement journalier exige donc le passage des locomotives d'un poste à l'autre, à chaque relève journalière de 6 heures; ce qui 1° occasionne des déplacements de machines qui peuvent être une nuisance pour le service de la gare; 2° ce qui peut donner lieu aussi à des pertes si les postes sont éloignés ou de communication difficile; 3° enfin, ce qui rend moins sûre la connaissance de chaque poste par le personnel de la machine. Remarquons que l'on peut arriver à ce résultat de cantonner chaque machine dans un même poste, même dans le cas de la série donnée plus haut et alterner au bout de 6 jours, car il suffit que les éléments du repos remplacent successivement les éléments de chaque poste, ceux-ci alternant ensuite entre eux; somme toute il y a alors six séries d'une machine en triple équipe, dont une est toujours en repos.

Il y a un certain intérêt cependant pour le service des machines à ce que celles-ci passent d'un poste à l'autre;

le personnel connaît alors les divers postes de la station, et on peut plus aisément faire face aux difficultés provenant des absences, modifications dans le service, etc. On peut d'ailleurs combiner ces deux principes et obtenir le double résultat recherché grâce à l'alternement hebdomadaire, les machines changeant de poste à chaque alternement; elles restent donc une semaine au même endroit. Et l'on peut obtenir ce résultat même avec la série régulière en ne maintenant dans celle-ci que les services autres que les repos réguliers, ceux-ci constituant une série spéciale de remplacement comme ci-dessous:

Série R

a	1	6	à	14 P	1 ^e	14	à	22 P	1 ^e	22	à	6 P
b	2	6	à	14 Q	2 ^e	14	à	22 Q	2 ^e	22	à	6 Q
c	3	6	à	14 R	3 ^e	14	à	22 R	3 ^e	22	à	6 R
d	4	6	à	14 R	4 ^e	14	à	22 R	4 ^e	22	à	6 R
e	5	6	à	14 voyag.	5 ^e	14	à	22 voyag.	5 ^e	22	à	6 voyag.

Série R^{bis}

f	1	Repos	1 ^e	Repos	1 ^e	Repos
---	---	-------	----------------	-------	----------------	-------

La série R^{bis} assure les repos de la série R.

Dans cette organisation, on peut adopter deux solutions: ou bien, les éléments f assurent successivement les services 1, 2, 3, 4, 5 et sont eux-mêmes en repos le 6^e jour, tandis que les équipes a b c d e sont successivement en repos les 1^{er}, 2^e, 3^e, 4^e et 5^e jour, restent au même poste, les trois équipes de chaque poste alternant simplement entre elles après chaque repos; ou bien, on fait passer chaque équipe d'un poste à l'autre après chaque repos tous les 6 jours, l'équipe f assure 1 pendant les 1^{er}, 2^e, 3^e, 4^e et 5^e jours, puis est en repos, pour assurer ensuite 2 les 7^e, 8^e... jours; a, en repos le 1^{er} jour, assure ensuite 2 les 2^e, 3^e, 4^e... jours, et on a le schéma ci-dessous (page 305).

	1 ^{er} jour	2 ^e jour	3 ^e jour	4 ^e jour	5 ^e jour	6 ^e jour	7 ^e jour	8 ^e jour
f assure	1	1	1	1	1	Repos	2	2
a assure	Repos	2	2	2	2	2	Repos	3
b assure	2	Repos	3	3	3	3	3	Repos
c assure	3	3	Repos	4	4	4	4	4
d assure	4	4	4	Repos	5	5	5	5
e assure	5	5	5	5	Repos	1	1	1

En réalité, ce roulement peut être supposé inclus dans le roulement compris au début.

Dans le cas où l'on introduit un repos régulier et que l'on adopte l'alternement journalier, chaque machine en repos passe au lavage. Le lavage a lieu ainsi chaque jour, le dimanche compris. Or, il a été reconnu utile d'éviter les opérations du dimanche, fort peu productives et mal surveillées, qui exigent d'ailleurs la présence d'un personnel spécial de dimanche pour exécuter les opérations de lavage, personnel dont le repos dominical est ainsi supprimé. On arrive à éviter les lavages du dimanche en employant une machine spéciale, celle du repos, à remplacer successivement les autres; celles-ci viennent successivement au lavage pendant que le personnel desservant est en repos. Si même le repos régulier est inclus dans la série, semblable organisation peut être adoptée, si on admet que chaque élément de la série reste en place jusqu'au moment du repos et de l'alternement qui s'en suit.

La suppression hebdomadaire de certaines prestations réduit le nombre de repos réguliers; ainsi on pourra faire une série de 8 services, dont un seul repos régulier, si 6 prestations sont S.D. On peut par exemple avoir la série ci-après (page 306).

Tout ce que nous venons de dire sur l'alternement régulier s'applique d'ailleurs à cette série, qui diffère simplement de la série régulière par un espacement différent des repos.

Lorsque enfin toutes les prestations sont S.D, il n'existe

1	6 à 14	1 ^{er}	14 à 22	1 ^{er}	22 à 6
2	"	2 ^e	"	2 ^e	"
3	"	3 ^e	"	3 ^e	"
4	"	4 ^e	"	4 ^e	"
5	SD 6 à 14 D Repos	5 ^e	SD 14 à 22 D Repos	5 ^e	SD 22 à 6 D Repos
6	SD 6 à 14 D Repos	6 ^e	SD 6 à 14 D Repos	6 ^e	"
7	"	7 ^e	SD 6 à 14 D Repos	7 ^e	"
8	Repos	8 ^e	Repos	8 ^e	Repos

pas de repos régulier dans la série, et l'alternement est hebdomadaire, chaque locomotive restant au même poste entre deux alternements consécutifs, ou passant successivement d'un poste à l'autre. Dans cet ordre d'idées les séries :

1	SD 6 à 14 D Repos	1 ^{er}	SD 14 à 22 D Repos	1 ^{er}	SD 22 à 6 D Repos
---	----------------------	-----------------	-----------------------	-----------------	----------------------

1	SD 6 à 14 D Repos	1 ^{er}	SD 14 à 22 D Repos	1 ^{er}	SD 22 à 6 D Repos
2	SD 6 à 14 D Repos	2 ^e	SD 14 à 22 D Repos	2 ^e	SD 22 à 6 D Repos

se suffisent entièrement à elles-mêmes et sont à alternement hebdomadaire.

Exemples. Soit à agencer les prestations ci-après :

	0	6	14	22	24
		Man. M	SD Man. M	SD	
Man. M		Man. M	Man. M	Man.	
M		Man. C	Man. C	Man.	
C		SD Man. C	SD Man. C		
Man. C		Man. AG	Man. AG		
Man. AG		Man. R	Man. R		
Man. R		8 RR	SD YT		
taillage			12		
M à C		SD	SD man. AG		
	7	RR C	7	7	7

Ravitaillement
 1) hlr M et C :
 4 x 2 = 8 heures
 2) autres hlr dans leur propre service.

L'exécution de ces prestations nécessite l'utilisation de 7 machines en services effectifs. D'autre part, il y a $7 \times 3 = 21$ prestations de 8 heures, dont 7 sont SD; il faut donc $21 - 7 = 14$ journées de repos régulier soit $14 : 5 \cong 3$ personnels ou un service repos régulier en triple équipe, ce qui sera légèrement surabondant. On aura exactement le nombre de repos voulu en transformant une prestation SD du dimanche en réserve au lieu de repos, la prestation SD man. M 14-22 par exemple, il y aura $21 - 6 = 15$ repos à accorder, soit $15 : 5 = 3$ repos exactement. Il faut donc 8 machines et $21 + 3 = 24$ ou 8×3 personnels. La série pourra donc être composée comme suit :

1	Manœuvres M	6	14	1 ^{re}	SD Manœuvres M D Réserve	14	22	1 ^{re}	SD Manœuvres M D Repos	22	6
2	"	6	14	2 ^{de}	Manœuvres M	14	22	2 ^{de}	Manœuvres M	22	6
3	Manœuvres C	6	14	3 ^{de}	Manœuvres C	14	22	3 ^{de}	Manœuvres C	22	6
4	SD Manœuvres C D Repos	6	14	4 ^{de}	SD Manœuvres C D Repos	14	22	4 ^{de}	Manœuvres C	22	6
5	Manœuvres A G	6	14	5 ^{de}	Manœuvres A G	14	22	5 ^{de}	Manœuvres A G	22	6
6	Manœuvres R	6	14	6 ^{de}	Manœuvres R	14	22	6 ^{de}	Manœuvres R	22	6
7	Manœuvres C Hr VI Savit. D Repos	6 8 12	9 12 14	7 ^{de}	SD Manœuvres D Repos	14	22	7 ^{de}	Resit. Hr Merc D Repos	22	6
8	Repos assure repos et lavage.			8 ^{de}	Repos assure repos et lavage			8 ^{de}	Repos assure repos et lavage		

L'alternement peut être journalier. Mais cela exige le déplacement journalier des hr d'un poste à l'autre; aussi il est préférable d'adopter l'alternement hebdomadaire; dans le cas présent toutefois, les équipes de repos n'intervenant qu'une fois tous les 8 jours, chaque équipe alterne tous les 8 jours, à la façon qui a été indiquée en détail plus haut. On peut en outre supprimer le lavage du dimanche, en reportant ce lavage en semaine, grâce à l'intervention d'éléments hors série ou d'une machine banale, soit une fois chaque semaine en tout, ou bien une semaine sur huit par machine. On

bien, on peut supprimer le lavage une fois sur huit par machine.
72. Application. Il nous reste à terminer l'application générale pour ce qui concerne les services de manœuvre de gare et les relais.

Les services de manœuvre de gare en triple équipe des locomotives type 23 et 51 donnent lieu à la formation des deux séries en triple ci-dessous où, tous les services étant SD, l'alimentation s'effectue hebdomadairement à l'occasion du repos :

Série R. Locomotives type 23. - Triple équipe.														
1	SD manœuvres de gare D Repos	6	14	8	1 ^a	SD manœuvres de gare D Repos	14	22	8	1 ^c	SD manœuvres de gare D Repos	22	6	8
2	SD manœuvres de gare D Repos	6	14	8	2 ^b	SD manœuvres de gare D Repos	14	22	8	2 ^c	SD manœuvres de gare D Repos	22	6	8
3	SD manœuvres de gare D Repos	6	14	8	3 ^b	SD manœuvres de gare D Repos	14	22	8	3 ^c	SD manœuvres de gare D Repos	22	6	8
4	SD manœuvres de gare D Repos	6	14	8	4 ^b	SD manœuvres de gare D Repos	14	22	8	4 ^c	SD manœuvres de gare D Repos	22	6	8
5	SD manœuvres de gare D Repos	6	14	8	5 ^b	SD manœuvres de gare D Repos	14	22	8	5 ^c	SD manœuvres de gare D Repos	22	6	8
Une locomotive type 23 de réserve assure le lavage de chaque moteur tous les 10 jours.														
Série S. - Locomotives type 51. - Triple équipe.														
1	SD manœuvres de gare D Repos	6	14	8	1 ^b	SD manœuvres de gare D Repos	14	22	8	1 ^c	SD manœuvres de gare D Repos	14	22	8

On remarquera que les moteurs peuvent indifféremment rentrer à chaque poste, ou passer journellement d'un poste à l'autre. De plus, le lavage de 6 machines est concentré le dimanche ; on ne peut éviter cela qu'en confiant successivement à chaque groupe d'équipe une locomotive banale en semaine, les locomotives régulières rentrant successivement à l'atelier pour le lavage. Ou bien, ce qui est préférable,

une locomotive de réserve conduite par ses titulaires réguliers et hors série, remplaçant successivement les autres le jour du lavage, les équipes régulières étant utilisées à des services accessoires de réserve, de relais, etc.

Enfin, les relais à effectuer, peu nombreux, sont assurés par deux équipes comme ci-après :

Service des relais.

Deux brigades composées chacune d'un machiniste et d'un manoeuvre, assurent les relais à l'arrivée. -

La 1^{re} brigade relaie le personnel des services J7, J6, J11, J9.

La 2^e " " " " " " " " J4, J5, J13, J1.

Nous nous sommes maintenant récapitulés les résultats de notre étude en ce qui concerne le nombre de personnels et de locomotives nécessaires pour assurer le service proposé, c'est-à-dire fixer le cadre et l'effectif. Nous avons trouvé :

Séries	Nature de la série	Nombre de services	Nombre de personnels	Type de locomotives	Nombre de locomotives
A	D. E.	6	12	type 8	6
B	D. E.	4	8	type 15	4
J	S. E.	13	13	" G8 ¹	13
K	S. E.	3	3	type 32	3
L	S. E.	8	8	" G8 ¹	8
L	D. E.	4	8	" G8 ¹	4
R	T. E.	5	15	type 23	5
S	T. E.	1	3	type 51	1
Total		44	70		44

Le cadre nécessaire est donc composé de 70 personnels complets et deux équipes formées d'un machiniste et un manoeuvre, soit 72 machinistes, 70 chauffeurs. Les 2 manoeuvres font partie du cadre sédentaire.

L'effectif des locomotives comprendra 44 unités en service. Il nous reste à fixer le nombre de locomotives en

réserve; nous avons besoin pour cela de connaître le parcours et les règles admises pour la périodicité des réparations. Sa détermination de l'effectif en réserve est donc traitée dans la III^e partie du cours.

73. Renseignements et conclusions à tirer des roulements.

Comme nous l'avons indiqué au début, l'organisation du service des locomotives, constitue la base du service des remises, d'où l'on déduit les installations nécessaires ainsi que l'organisation et les moyens d'action permettant l'exploitation normale et régulière de la remise. Le roulement constitue lui-même le résumé de l'organisation du service des locomotives; c'est donc du roulement que doivent découler tous les autres éléments du service des remises. Nous allons énumérer les renseignements qui se déduisent du roulement et qui servent de point de départ à l'étude des autres branches du service. Celles-ci doivent donc être établies sur des bases qui sont la conséquence logique et raisonnée du roulement; leur importance doit en quelque sorte être proportionnée à l'importance du roulement. Mais il ne faudrait pas en conclure que l'étude des autres branches du service des remises joue un rôle moins prépondérant que celui du roulement; les deux aspects de la question sont liés intimement; faire un roulement et l'exécuter sont deux choses différentes, et l'exécution du roulement n'est possible dans des conditions satisfaisantes, que si les autres parties du service font l'objet de soins aussi minutieux et si, notamment, elles sont rationnellement proportionnées à l'importance du roulement.

En tout premier lieu, rappelons que le roulement donne directement le cadre du personnel roulant nécessaire, ainsi que le nombre et le type des locomotives en service. Nous pouvons donc y trouver tous les renseignements relatifs aux prestations et au repos du personnel roulant ainsi que ceux qui se rapportent au travail des locomotives.

Deux éléments dominant parmi ceux que l'on déduit de l'examen et de l'étude du roulement: ce sont le parcours des locomotives et la consommation de combustible.

Chaque série comporte un parcours journalier total; on connaît donc le parcours journalier total par type de locomotive et le parcours journalier total pour l'ensemble des services qui incombent à la remise. Il faut distinguer entre le parcours total théorique tel qu'il existe du roulement, et le parcours total réel qui est repris aux feuilles de travail; ces deux quantités sont généralement différentes; leur différence marque le degré de non conformité entre le service réellement exécuté et le roulement régulier; cette différence comprend les parcours effectués par les trains spéciaux et facultatifs non prévus au roulement et est affectée par les irrégularités; elle est donc plus prononcée dans les séries à marchandises que dans celles à voyageurs. Eusi qu'il en soit, il est utile de connaître le parcours total théorique pour la détermination préalable des éléments sédentaires correspondants; il sert aussi à déterminer les détails du roulement qui doivent être connus d'avance et qui sont périodiques: alimentation, nettoyage, passage des tubes, lavage, entretien périodique. Le parcours réel, par contre, donné par la comptabilité, est calculé journalièrement, hebdomadairement et mensuellement; il est porté en compte à chaque machine et à chaque personnel; il sert de contrôle à posteriori et doit permettre le calcul des primes ainsi que la détermination de la consommation par kilomètre; d'une manière générale, le parcours réel est le facteur auquel on rapporte les divers éléments relatifs à la fatigue des organes spéciaux de la locomotive, au contrôle de certaines pièces soumises à garantie et à la fixation de la périodicité de visite de certains appareils. C'est évidemment le parcours réel par locomotive qui est utilisé comme mesure dans la plupart des cas. Enfin c'est le parcours total de chaque locomotive

qui permet de juger si la date de prise en réparation est arrivée.

En divisant le parcours total théorique d'une série par le nombre de locomotives, on obtient le parcours journalier moyen théorique, lequel constitue la mesure de la fatigue des locomotives et entre en jeu comme facteur dans le calcul des primes de base. Plus le parcours journalier est élevé, plus les locomotives sont rapidement usées, et plus certaines opérations d'intervalle doivent être rapprochées. Il faut bien entendre apporter dans l'emploi du facteur parcours des correctifs relatifs au type de la locomotive et à la difficulté du service; la consommation de combustible lorsqu'elle est normale, mesure assez bien la difficulté du service et peut être combinée avec le parcours pour fixer tous les éléments relatifs à la préparation, à l'entretien et à la réparation des locomotives.

Le parcours des locomotives constitue donc le terme qui peut servir de base dans la plupart des questions de remises, sauf les correctifs appropriés que nous venons d'indiquer; il est fondamental dans la gestion des remises.

Le second élément, la consommation de combustible, complète le premier. Toutes choses égales, la consommation est proportionnelle au parcours. La consommation totale sert de base à l'étude des questions d'emmagasinement et de manutention de combustible.

L'unité de consommation est la consommation par kilomètre de parcours: la consommation totale journalière d'une locomotive divisée par son parcours journalier donne sa consommation par kilomètre pour la journée considérée. Si on divise la consommation pour une période, un mois par exemple, par le parcours correspondant, on obtient la consommation moyenne pour le mois envisagé. La consommation moyenne journalière varie d'un jour à l'autre pour une même locomotive, car les services ne sont pas les mêmes, l'état de la locomotive n'est pas le même, les circonstances atmosphériques non plus, la

charge des trains varie. C'est pourquoi on étudie la consommation mensuelle, qui constitue une bonne moyenne.

Une locomotive ne consomme pas seulement lorsqu'elle effectue un parcours. Elle consomme en outre en stationnement entre deux services, ou bien lorsqu'il faut mettre en pression (allumage); nous avons vu qu'à l'allumage, on peut substituer l'entretien des feux lorsque l'intervalle n'est pas trop long, enfin une locomotive planton ou réserve allumée consomme soit pour le maintien en pression soit pour l'entretien du feu.

L'examen d'un roulement permet de se rendre compte de l'importance de chacun de ces éléments et, comme nous le verrons, de les calculer. On peut ainsi les mettre en diagramme, ce qui facilite l'examen des problèmes à résoudre.

Au point de vue de l'organisation du service, l'examen des intervalles permet de déterminer le nombre des allumages, leur répartition sur la journée déterminée par les heures de mise au signal; pour une remise, on aura un nombre déterminé d'allumages par type de moteurs à des heures fixes; on aura de même le nombre et le type des machines dont il faut entretenir les feux et les heures de ces entretiens de feu. On pourra ainsi organiser le service des allumeurs.

De la disposition des intervalles entre les services dépendent d'ailleurs toutes les opérations concourant à la préparation des locomotives; les observations ci-dessus ne constituent qu'un exemple.

La connaissance du roulement, son étude approfondie, ses remaniements adéquats constituent donc le point de départ obligé des études qui vont suivre; nous y rattacherons en fin de compte toutes les questions que nous aurons à traiter. L'étude de celles-ci se présente comme entièrement systématique, rien de ce qui concerne le service des remises ne doit être laissé au gré de l'approximation et de la fantaisie; tout doit être calculé et être systématique, et tout doit procéder du roulement à exécuter.

74. Elasticité du roulement, Si le roulement doit être étudié en vue d'une exploitation économique, on ne peut cependant réduire les intervalles, c'est-à-dire les pertes d'utilisation au delà d'une certaine limite. Il faut que les intervalles permettent la succession régulière des prestations prévues, même en tenant compte des irrégularités dans la rentrée des machines. Un roulement est d'autant plus élastique qu'il peut subir les plus fortes irrégularités sans que la succession régulière des services en soit sensiblement altérée. La côté de la considération d'économie, il en existe donc une autre, qui apparaît comme étant en contradiction avec la première, puisqu'elle tend à élargir les intervalles, c'est-à-dire les déchets; on augmente l'élasticité du roulement en allongeant les intervalles, mais on dépense alors davantage pour atteindre le même but.

Comme c'est le cas en général en toutes choses, la meilleure solution se trouve dans un juste milieu; l'excès dans un sens comme dans l'autre n'est pas à conseiller. D'ailleurs, la contradiction entre les deux conditions n'est qu'apparente, car en somme si on restreint trop les intervalles, l'économie correspondante peut être absorbée et au delà par suite des irrégularités qui en sont la raison, de sorte qu'à certain point de vue, on peut considérer comme une mesure économique telle modification augmentant l'élasticité du roulement et entraînant un surcroît de dépense apparente.

La solution à adopter varie encore une fois avec les conditions particulières du problème et l'expérience peut amener à modifier cette solution. Il faut surtout tenir compte de l'irrégularité de la marche des trains, de la fréquence des arrêts de machines, etc. L'élasticité du roulement devra donc être plus grande aux services à marchandises qu'aux services à voyageurs, et parmi ceux-là il faudra tenir compte du caractère spécial du trafic; on sera plus sévère pour les trains à longs parcours que pour les services locaux, où on

peut plus aisément faire intervenir des éléments de secours et où les conséquences de la banalité sont moins à craindre.

La simple équipe donne évidemment le maximum d'élasticité. En triple équipe, cette élasticité est nulle. En double équipe, elle est plus ou moins grande; elle est maximum lorsque les prestations sont entièrement affectées à la conduite de la machine, qui est ainsi disponible en moyenne 8 heures sur 24; l'élasticité diminue si l'on a recours aux relais; elle augmente si on introduit des prestations de remplissage sans machine, ou des prestations haut-le-pied; les récouchements diminuent l'élasticité du roulement, car toute machine est inutilisable pendant son absence.

Deuxième Partie

Description des installations des remises à locomotives.

Chapitre I. Considérations générales

75. But des remises. Les remises sont les installations où séjournent les locomotives durant les intervalles ou périodes pendant lesquels elles ne sont pas en service sur la route. Elles comprennent tout ce qui est nécessaire pour effectuer les opérations en vue de préparer les locomotives pour le plus prochain service et pour les abriter contre les intempéries pendant la plus grande partie possible de l'intervalle. On y effectue également les opérations de visite, de nettoyage et d'entretien courant des machines. Les remises comprendront donc normalement un atelier d'entretien.

Certaines opérations s'effectuent en dehors des bâtiments ou de la remise proprement dite: chargement de charbons, nettoyage des feux, virage. On peut dès lors faire une

Table des matières.

Préface	3
Introduction	4

Première Partie

Organisation du service des locomotives

Chapitre I. Les trains

1 Classification des trains.	7
2 Désignation des trains.	9
3 Composition des trains.	10
4 Charge des trains.	12
5 Horaire des trains.	15
6 Graphique - horaires.	21
7 Marche des trains.	26
8 Annexe au chapitre I. Freinage des trains de marchandises.	26

Chapitre II Les locomotives.

I Caractéristiques des locomotives

9 Chaudière.	A. Foyer, p. 34 - B. Surface de chauffe, p. 36 - C. Surface de grille, p. 39 - D. Influence de l'activité de la combustion sur l'économie, p. 40 - E. Vaporisation, p. 41 - F. Mesure de la vaporisation, p. 45 - G. binaire, p. 47.
10 Machine.	A. Locomotives à vapeur saturée et à simple expansion, p. 48 - a) Locomotives de route, b) Locomotives de manœuvre, p. 48 - B. Locomotives à double expansion, p. 49 - Locomotives "compound", à 2 cylindres, p. 52 - Locomotives "compound", à 4 cylindres, p. 53 - C. Locomotives à surchauffe, p. 53.
11 Véhicule.	A. Chassis - B. Boîtes - p. 58 - C. Empattement, p. 60 - D. Trains et accessoires: a) Machines belges, b) Machines américaines, c) Machines allemandes, p. 61. D. Tender, p. 61. Capacité en eau et en charbon. Désignation des tenders d'après leur capacité, p. 62.

II Classification des locomotives.

12 Classification.	A. Classification au point de vue de l'agencement général, p. 63 - B. Classification au point de vue du poids adhérent, p. 63 - C. Classification d'après le nombre d'essieux moteurs et porteurs et d'après leur disposition, p. 64 - D. Classification d'après le service à assurer, p. 66.	63
13 Standardisation des divers types d'un effectif.	A. Avantages essentiels, p. 85 - Avantages secondaires, p. 86	
14 Programme de standardisation de l'effectif des locomotives de l'Etat Belge.		87

III. Etude du travail des locomotives.

Détermination des charges remorquées et des vitesses correspondantes.

15 Énoncé du problème de la traction des trains.		87
16 Les résistances du train.	A. Résistances propres des véhicules, p. 88 - B. Résistances additionnelles, p. 91 - C. Résistance au démarrage et à la mise en vitesse, p. 92.	
17 Exemples de calcul de la résistance d'un train.		93

18 L'effort de traction.

19 Calcul de l'effort de traction à la jante d'après les caractéristiques du moteur.
Notion de l'indice caractéristique. A locomotives à simple expansion, p. 96 - B locomotive à double expansion, p. 99.

20 Relation entre l'effort à la jante et les résistances 102

21 Représentation graphique de la relation entre l'effort de traction et les résistances pendant la marche du train 104

22 Relation entre l'effort à la jante et le poids adhérent de la locomotive . 105

23 Variation de l'effort de traction avec la puissance de vaporisation 107

24 Application à la locomotive type 38 108

25 Evaluation des charges-limites. Calleeau des charges-limites 112

26 Détermination de l'horaire 118

27 Règles à suivre pour la détermination des charges remorquées sur une ligne donnée 119

28 Régime actuel à l'Etat Belge. A. Classement des locomotives au point de vue de leur puissance, p. 125 - B. charge maxima (en unités) des trains de voyageurs, p. 126 - charges maxima (en unités) des trains de marchandises, p. 126.

29 Application de la méthode à un exemple 127

30 Assimilation des sections de ligne par inclinaison 131

Chapitre III. Règles de l'utilisation des locomotives.

31 Effectif 133

32 Définition d'une prestation-locomotive 133

33 Description d'une prestation-locomotive de route 134

34 Description d'une prestation-locomotive de manœuvre ou d'atelier 139

35 Extension de la notion de prestation-locomotive. Service-locomotive. Série 140

36 Succession des services 141

37 Nature des services. 142

38 Les locomotives non en service 144

39 Situation de l'effectif 146

40 La réserve 147

41 Machines hors de service pour la réparation et en réparation. 148

42 Banalisation 149

43 Mesure de l'utilisation des locomotives 150

Chapitre IV. Règles de l'utilisation du personnel roulant.

44 Relation entre l'utilisation du personnel roulant et celle de la locomotive 152

45 L'ordre 153

46 Définition d'une prestation du personnel roulant 154

47 Description d'une prestation du personnel roulant. a) Prestation avec locomotive, p. 155 - b) Prestations sans locomotive, p. 158.

48 La journée de huit heures 158

49 Réglementation de la journée de huit heures appliquée au personnel roulant 161

50 Les prestations considérées au point de vue de leur position dans la journée 163

51 Succession des prestations. Roulement 165

Chapitre V Du roulement des machines et du personnel roulant.

52 Généralités 166

53 Comment on dresse un roulement 168

54 Comment on vérifie un roulement. p. 178. A. Série F. Locomotive type 37 S.E. p. 180 - B. Série A. Locomotives 510² de Bruxelles-Midi, p. 187. C. Série R. Locomotives type 22 en triple équipe de Bruxelles-Nord, p. 189.

55 Comment on forme les prestations. Principes généraux 190

56 Le réseau et les lignes 198

57 Comment on étudie l'agencement des trains entre eux pour la formation des prestations 201

58 Des parcours à vide et haut-le-pied 206

59 Cas particuliers de la remorque de bout en bout ou remorque avec décrocher 209

60 Application 214

61 Détermination des temps avant et après 232

62 Organisation du relais à l'arrivée 245

63 Agencement des prestations 256

64 Conditions qui limitent l'utilisation des locomotives et dont il faut tenir compte dans l'agencement des roulements 259

65 Simple équipe. Considérations générales 267

66 Application 279

67 Double équipe. Considérations générales 282

	Page
68 Exemple d'application de la méthode	292
69 Application	295
70 Comparaison entre la simple et la double équipe	297
71 Triple équipe. Services de manoeuvres de gare	300
72 Application	308
73 Renseignements et conclusions à tirer des roulements	310
74 Élasticité du roulement	314

Deuxième partie. - Descriptions des installations des remises à locomotives.

Chapitre I. Considérations générales.

75 But des remises	315
76 Emplacement et dispositions générales	316
77 Classification des types de remises	319
78 Opérations à effectuer et conditions à remplir	322

Chapitre II. Circulation dans les remises.

79 Conditions générales	324
80 Ordre de succession des opérations à la rentrée	325
81 Représentation schématique de la succession des opérations à la rentrée	329
82 Opérations à la sortie	329
83 Voies de circulation	330
84 Schema général de la disposition des cours	332

Chapitre III. Dispositions générales des bâtiments et des cours.

85 Remises rectangulaires	335
86 Remises à voies convergentes	346
87 Choix du type de remise	351

Chapitre IV. Maintenance des combustibles. §1. Généralités.

88 Considérations générales sur l'alimentation des tenders en combustible et en eau	352
89 Des combustibles	361
90 Phases et caractéristiques des systèmes de maintenance	370

§ 2.- Manutention sans appareils mécaniques.

91 Manutention à la main. A. Charbons, p. 372 - B. Briquettes, p. 377, C. cokes
de la manutention à la main, p. 379. 371

92 Installations avec quais à combustible avec rampes d'accès et manutention
à la main 380

§ 3.- Manutention mécanique.

93 Généralités 384

A. Installations avec chargement en une phase. 94. Gues fixes pivotantes . . . 386

95 Portique fixe électrique 394

96 Quais à combustibles avec rampes d'accès desservis par gues électriques
fixes 395

97 Gues roulantes automatrices 397

98 Bennes preneuses. A. Bennes preneuses mono-câble, p. 412 - B. Bennes à deux chaînes ou
à deux câbles, p. 419. C. conditions auxquelles doit satisfaire une benne preneuse, p. 422.
D. Suspension de la benne mono-chaîne au câble de levage, p. 423. E. Précautions à prendre
dans l'utilisation des bennes preneuses, p. 425. F. Manutention à l'aide de bennes preneuses, p. 426
G. Disposition des paves et des voies, p. 428 411

99 Portiques roulants 431

100 Systèmes divers. A. Roue Shilham, p. 438. B. Monte-charge, p. 439.

B. Installations avec chargement en deux phases. 101 Classification 440

102 Quais à combustible munis de trémies fixes à compartiments 441

103 Gues roulantes avec trémies sur chariot 441

104 Portiques roulants avec trémies fixes ou sur chariot 443

105 Tours à charbon de grande capacité avec distributeurs 449

106 Installations desservies par élévateurs du genre monte-charge 469

107 Installations desservies par élévateurs à godets 473

108 Installations desservies par transporteurs à courroie 492

109 Installations avec magasins souterrains et condoyeurs 493

110 Installations avec estacades à wagonnets alimentées par monte-charge 503

111 Installations mixtes pour les charbons et les briquettes 520

112 Installations de mélange de charbon 526

113 Prix de revient de la manutention et comparaison des divers systèmes 538

Chapitre II Installations accessoires de la remise.

114 Visite à l'entrée. 555

115 Pirage. A. Plaques tournantes. B. Virages au moyen de dispositions spéciales de voies, p. 563

116. Evacuation des cendres. A. Généralités, p. 565. B. Chargement à la pelle, p. 568.
C. Chargement mécanique, p. 569. D. Conclusions, p. 586.
E. Disposition des voies du faisceau des fosses à piquer, p. 587.
117. Dépôt de bois d'allumage 591
118. Séchage et maintenance du sable 593

Chapitre VII. Dispositions et équipement de la remise.

119. Dimensions et dispositions de la remise proprement dite 604
120. Construction de la remise 607
121. Eclairage. Chauffage. Canalisations diverses 610
122. Evacuation des fumées. A. Généralités, p. 611. B. Boîtes isolées, p. 614. C. Systèmes
d'évacuation par boîtes, collecteurs et grandes cheminées (évacuation centrale), p. 617
D. Couloirs de fumée, p. 621.
123. Cransbordeurs de locomotives 624
124. Ateliers de réparations et locaux divers. 628
125. Appareils à descendre les roues. A. appareils fixes, p. 644. B. Appareils sur
chariot transbordeur, p. 643.
126. Installations de lavage et de remplissage des chaudières 651
A. Installations avec injecteurs, p. 652. B. Installations avec pompes, p. 654.
C. Installations avec récupération, p. 658. D. Comparaison des divers systèmes, p. 678.
127. Pesage des locomotives 681

Chapitre VIII. Dispositions d'ensemble des remises.

128. Schémas d'ensemble de l'aménagement de la remise. 686
129. Description d'installations existantes. 686

Troisième partie: Exploitation de la remise.

Chapitre I. Organisation générale de la remise.

130. De l'organisation dans une remise 694
131. Schéma de l'organisation de la remise 701
132. Règles à suivre pour le recrutement, le choix et la désignation du
personnel des remises 707
133. Réglementation et organisation du service du personnel sédentaire à
prestations continues 709

Chapitre II. Service de cour

134. Bureau des trains. objet et organisation 716
135. Collaboration du tableau de service 718
136. Communications 726
137. Exécution de la feuille de service 730
- 136^{bis}. Situation et contrôle du travail du personnel roulant. Feuille de travail . 738

137^{bis} Situation des locomotives et tenders 744

138 Irregularités. Livre d'ordres, livre de plaintes. Connaissance des lignes. Documentation 750

139 Allumage des locomotives. A. Technique de l'allumage, p. 754 - B. Notions relatives à la combustion et à la chauffe rationnelle, p. 757. C. Pratique de l'allumage, p. 767. D. Organisation du service, p. 772 - E. Cadre des allumeurs, p. 773 753

140 Nettoyage des locomotives. A. Nettoyage intérieur, p. 776 - B. Nettoyage extérieur, p. 779 -

141 Service de la visite. A. Généralités, p. 782 - B. Organisation de la visite, p. 783 - C. Pratique de la visite, p. 787 -

Chapitre III. - Service de la réparation. - I Généralités.

142 Définition et caractère de la réparation moyenne 791

143 Parcours minimum entre deux réparations moyennes 799

144 Détails d'organisation. A. Division du personnel en brigades, p. 803 - B. Spécialisation à l'intérieur des brigades, p. 804 - C. Transport des pièces, p. 805 - D. Nécessité d'un décalage régulier entre les dates d'entrée successives des locomotives en réparation, p. 806 - E. Contrôle de l'avancement régulier des travaux, p. 809 -

145 Principes d'aménagement et d'outillage 812

146 Marche générale des travaux 842

II - Détail des travaux. - A. Le véhicule.

Chassis. - Guides de boîtes - Boîtes - Trains de roues - Suspension - Bielles d'accouplement.

147 Principes de montage 852

148 Vérification du châssis. Equarissage 857

149 Guides de boîtes 863

150 Boîtes à huile 866

151 Les trains de roues 890

152 La suspension 896

153 Bielles d'accouplement 899

B. Le mécanisme moteur.

154 Conditions à remplir dans la transmission de l'effort moteur du piston à l'essieu 905

155 Les cylindres 906

156 Pistons moteurs 913

157 Les bouillottes 927

158 Guides de piston 934

159 Crosse de piston 939

- 160 Bielle motrice. A Bielles à têtes fermées. Vérification de la bielle, p. 950.
B Bielles à chape ouverte, p. 957 - C Bielles à chape rapportée, p. 958

C.- Le mécanisme de distribution.

161 Principaux éléments de distribution pour les types standardisés des locomotives des chemins de fer belges	962
162 Distributeurs cylindriques	962
163 Les tiroirs plans	982
164 Le petit mécanisme de distribution	989
165 Appareils accessoires des cylindres	996

D.- Réglage des distributions. 166 Principes du réglage. 999

167 Comment on trouve les points morts d'une manivelle.	1001
168 Comment on relève la grandeur des ouvertures maxima	1002
169 Dans quels cas peut-on régler une distribution par les ouvertures maxima et dans quels cas doit-on régler directement par les avances? Quelle doit être la position du levier de changement de marche lors du réglage	1002
170 Méthode générale suivie dans tout réglage	1003
171 Réglage d'un distributeur Stephenson	1004
172 Exemple numérique	1007
173 Réglage d'une distribution Walschaerts	1008

E.- La chaudière.- 174 Visite 1013

175 Tubes à fumée et plaque tubulaire	1016
176 Entrecroisées	1030
177 Montage	1034
178 Autres travaux au foyer	1037
179 Corps cylindrique	1038
180 Le surchauffeur	1039
181 La boîte à fumée	1040
182 Centrage de la tuyère de décharge	1042
183 Robinetterie	1043
184 Tuyauterie	1046
185 Appareils d'alimentation	1047

	Page
186 Eprouves des chaudières des locomotives	1053
<u>F. Tender, attelages, frein.</u> 187 Appareils d'attelage	1056
188 Tender	1063
189 Frein à air - 190 Timonerie	1064
<u>Chapitre IV. - Service de l'entretien.</u>	
191 Généralités	1064
192 Outillage d'un atelier d'entretien	1066
193 Révisions périodiques, visites périodiques, entretien anticipé	1068
194 Entretien courant	1075
195 Entretien courant incombant au personnel de la machine	1076
<p style="margin-left: 40px;">A. Soins à apporter aux organes du frein Westinghouse, p. 1076 - B. Soins à apporter aux organes de la pompe Westinghouse, p. 1077 - C. Soins à apporter aux autres organes de la locomotive, p. 1080 - D. Précautions à prendre par le machiniste en cas de gelée, p. 1083.</p>	
196. Etat récapitulatif des travaux d'entretien	1084
197 Principes à appliquer au service de l'entretien	1087
198 Anvares aux chaudières	1090
199 Fuites aux tubes	1091
200 Rupture d'entretoises	1096
201 Rupture des cloisons entre alvéoles	1097
202 Cirage défectueux	1099
203 Injecteurs	1101
204 Pompe alimentaire Knorr	1102
205 Échauffements	1107

ERRATA

- Pages 77 et 79. Dans la colonne " Poids adhérent / Poids total ", intercaler les chiffres qui sont au numérateur et au dénominateur.
- Page 354. 12^e ligne : au lieu de „ et égale à la production totale, comptée depuis la même heure de l'installation... " il faut : „ est égale à la production totale, comptée depuis la même heure, de l'installation... "
- Page 386. 4^e ligne : au lieu de „ § 3 " il faut „ § 89 ".
- Page 541. Dans le tableau I systèmes de manutention en une phase, 4^e colonne, en face de „ à la grue électrique (déchargement à la main) ", il faut 0,1 kWh au lieu de 1 kWh.
- Page 875. 16^e ligne, il y a : remplacer ; il faut : remployer.
- Page 878. remplacer les lignes 4 à 9 par les suivantes :
boussinets de boîtes à huile sans garnissage de métal blanc.
 Dans ces derniers temps, les belges de fer belges ont envisagé l'emploi de coussinets en bronze au plomb sans garnissage de métal blanc ; c'est ainsi qu'ils ont prescrit l'utilisation, aux locomotives de manœuvres, de coussinets en „ bearing metal " (cuivre 70,5%, étain 5%, plomb 24,5%) et mis à l'essai, aux locomotives de route, un second type de métal ayant la composition suivante : cuivre 78%, étain 10%, plomb 10%, phosphore de cuivre 2% ; les résultats obtenus après deux ans de service sur
- Page 881. 20^e ligne, il y a : $l_1 - l_2$; il faut $l'_2 - l'_1$.
- Page 883. 9^e ligne, il y a : fig. 677, il faut : fig. 675.
- Page 929. 5^e ligne, il y a : le premier ; il faut : le second.
- Page 955. 4^e ligne, il y a : $\frac{1}{2}$ mm ; il faut $\frac{1}{4}$ mm.
- Page 981. 4^e ligne, il y a : ils sont ainsi plus élastiques ; il faut : ils pensent ainsi obéir plus facilement à leur élasticité.
- Page 996. 12^e ligne, il y a : 30 à 35 mm ; il faut : 30 à 35%.