

## CHAPITRE IV

### ESSIEUX

#### Examen des essieux montés.

##### a) Nettoyage préalable.

Les essieux montés en service sous le matériel doivent faire l'objet d'une surveillance tout à fait spéciale, afin de reconnaître ou de suivre activement les défauts qu'ils pourraient présenter dans une quelconque de leurs parties. Les agents, quel que soit leur grade, ne doivent pas perdre de vue que la défaillance d'un élément quelconque des essieux peut avoir les conséquences les plus graves. Ils ne doivent donc laisser passer aucune occasion de s'assurer du bon état des essieux montés. En particulier, tout essieu retiré momentanément du service, pour quelque cause que ce soit, doit faire l'objet d'un examen attentif (1) :

- pour relever toutes les anomalies possibles,
- pour rechercher immédiatement les causes ayant provoqué ces anomalies et les éviter, si possible, au moment du placement des nouveaux essieux,
- pour déterminer les possibilités de réparation.

Cet examen est précédé d'un nettoyage préalable effectué de la façon suivante :

Nettoyer au grattoir en bois dur, s'il y a lieu, puis à l'huile lourde, les raccordements des rayons avec la jante et avec le moyeu, les fusées, les manivelles, les tourillons, les portées de poulies d'excentriques, les flasques et les congés de raccordement des essieux coudés; enduire ensuite les parties nettoyées avec un lait de chaux et laisser sécher.

L'emploi de peinture blanche grasse est interdit, une telle peinture risque en effet de masquer les fissures lors des sondages ultérieurs.

Pour déceler les fissures éventuelles, sonder l'essieu :

- soit par chocs de l'essieu monté sur d'autres essieux montés préalablement calés,
- soit par vibrations obtenues par le choc d'une masse en cuivre ou d'un maillet en bois sur les différents éléments de l'essieu,
- soit par un appareillage magnétique. (Dans ce cas, les parties à contrôler magnétiquement ne sont pas enduites au lait de chaux.)

##### b) Expertise.

On procède ensuite à l'expertise qui porte sur les différents points suivants :

1° Relever les marques des essieux, roues et bandages. Vérifier qu'elles ne figurent pas parmi celles des organes à réformer d'office par suite de défauts de fabrication.

---

(1) Les tolérances et règles diverses concernant l'entretien et la surveillance des essieux qui sont indiquées dans ce chapitre sont conformes à la notice technique MT.52b n° 1.

2° Fissures longitudinales ou circulaires sur les fusées et parties centrales.

3° Usure des fusées et portées d'obturateurs, usure par frottement de la partie centrale des essieux.

4° Etat de la surface des fusées (fissures striées ou rayures résultant d'un chauffage).

5° Traces d'un déplacement d'une clavette ou d'une roue sur l'essieu, ébranlement des parties constitutives d'un essieu polybloc.

6° Fissures ou cassures de moyeux, jantes et rayons de roues, ébranlement des contre-poids.

7° Etat des tourillons et manivelles (ébranlement ou faussage).

8° Tenue des bandages (décalés ou lâchés).

9° Etat des cercles agrafes.

10° Voile et faux rond des bandages (si une anomalie de parallélisme est relevée, on continue la vérification sur un tour pour déterminer si le faussage longitudinal intéresse le corps de roue ou le corps d'essieu).

11° Ecartement des plans intérieurs des bandages.

12° Usure de la table de roulement :

a) hauteur du boudin,

b) épaisseur du boudin,

c) épaisseur du bandage,

d) plats et défauts du métal.

La rectification des centres des essieux pour les rendre conformes à la norme NCF 20.0601 ne doit être faite que dans un atelier spécialisé.

Les essieux à dépecer et ceux dont la remise en état entraîne des travaux que les établissements ne peuvent exécuter, sont envoyés aux ateliers spécialisés.

Les essieux montés doivent être parfaitement nettoyés avant l'expédition, vers l'atelier ou l'établissement.

Les fusées tourillons, portées et engrenages, sont enduits d'un mélange d'huile 35 % et de suif 65 % à l'exclusion de tout produit pouvant sécher ou durcir en cours de route.

## A. — ESSIEUX DROITS

### 1° Fissures.

Les fissures intéressant la fusée sont de deux sortes :

*longitudinales ou circulaires.*

Les fissures longitudinales sont, en général, superficielles dans les essieux en acier et peuvent être atténuées par un léger plat à la lime si elles sont de faible importance (15 mm. max.) ou, enlevées par un rafraichissage au tour jusqu'à disparition. On peut donc les tolérer si l'essieu est absolument sain par ailleurs.

**Les fissures circulaires ont, au contraire, une tendance à s'étendre et doivent toujours être suivies avec le plus grand soin.**

Dans les essieux droits de machines et de tenders (accouplés ou porteurs), les fissures circulaires sont exceptionnelles et sont l'indice d'un état anormal. Elles ne doivent pas être tolérées. Elles sont sondées à la gouge et la fusée rafraichie au diamètre de fond de fissure (si toutefois ce diamètre est au moins égal à la cote de réforme).

Les essieux présentant des fissures longitudinales ou circulaires sur la partie centrale du corps d'essieu ou sur portée de calage sont réformés quelle que soit l'importance de la fissure. S'il s'agit d'une paille de 15 à 20 mm., laisser en état, au-dessus soumettre le cas au Service Régional.

## 2<sup>o</sup> Usures.

### a) de la partie centrale.

Lorsqu'un essieu a été diminué de section par frottement sur la partie centrale, il est remis en service si la réduction du diamètre est inférieure à 5 mm., mais il convient de raccorder la partie réduite au reste de l'essieu par des congés de grand rayon (minimum 50 mm.). Lorsque la réduction de diamètre est supérieure à cette cote, le cas est soumis à la Division régionale du Matériel.

Il convient de rechercher les causes de l'usure et d'aviser, le cas échéant, le bureau des Etudes.

### b) des fusées-Rafrâichissage.

Un essieu en service est réformé lorsque le diamètre d'une de ses fusées est inférieur aux cotes de réforme.

Le rafrâichissage est déterminé par l'état des fusées, leur faux rond, leur conicité.

On détermine le faux rond de la manière suivante :

L'essieu tournant lentement, on déplace une pointe mousse perpendiculairement à l'axe du tour jusqu'à ce qu'elle prenne contact en un point de la partie dont on veut mesurer le faux rond. La pointe étant laissée en cette position, on mesure l'écart maximum entre la pointe et la pièce au cours de la rotation.

Le faux rond provient généralement :

- soit du faussage de l'essieu nu à la suite d'un déraillement ou du faussage de la fusée à la suite d'un chauffage violent;
- soit d'un défaut des centres d'usinage ou du tour à fusées.

Il est mesuré sur trois sections bien déterminées de la fusée :

- au début de la partie cylindrique de la fusée côté opposé au moyeu,
- au milieu de la fusée,
- à la fin de la partie cylindrique de la fusée côté moyeu.

La conicité de la fusée est mesurée sur l'une quelconque des génératrices de la partie cylindrique, par la différence entre le rayon de la section la plus grande et le rayon de la section la plus petite.

La conicité provient, en général, soit d'un défaut du tour, soit d'un usinage mal conduit.

Il y a lieu de procéder au rafrâichissage des fusées d'essieux lorsque :

- elles sont piquées ou rayées,
- elles contiennent des incrustations de bronze ou de métal blanc, il faut les faire disparaître entièrement car elles peuvent masquer une amorce de fissure, créée au moment d'un chauffage (1).
- le faux rond est supérieur à 0,2 mm.;
- la conicité mesurée avec un comparateur est supérieure à :

0,15 mm.	pour fusée de 200 mm.	de longueur
0,20 —	—	250 —
0,25 —	—	300 —

ou lorsque les différences de diamètre relevées avec un palmer atteignent :

0,30 mm.	pour fusée de 200 mm.	de longueur
0,40 —	—	250 —
0,50 —	—	300 —

(1) Voir dans le numéro de mars-avril 45 de la Revue Générale des Chemins de fer une étude de M. Galibourg sur les traces laissées dans le métal des essieux par le chauffage des boîtes.

Il est recommandé, si l'outillage le permet, de rafraîchir les fusées lorsque leur conicité, mesurée au comparateur, est supérieure à 0,10 mm. (différence de diamètres lue au palmer : 0,20 mm.).

Si le faux rond est supérieur à 2 mm. il convient d'opérer comme indiqué au § 3<sup>o</sup>.

Après rafraîchissage et compte tenu de l'outillage existant, le faux rond et la conicité ne doivent pas dépasser 0,10 mm.

*Premier cas.* — Si la portée cylindrique ne présente aucun défaut, mais si le champignon ou la portée d'obturateur ou les congés de raccordement avec la fusée présentent des défauts susceptibles de provoquer une usure rapide du métal blanc ou de l'obturateur :

- faire les retouches avec soin sur le tour (conserver les rayons des congés),
- les repolir à la toile émeri sans toucher aucunement à la portée cylindrique dont il convient de conserver le poli obtenu en service.

Si le diamètre d'origine de la portée d'obturateur est réduit de 7 mm. (cas des fusées extérieures) les ateliers spécialisés appliquent un manchon, ou de 4 mm. (cas des fusées intérieures) la décision est prise par le Service Régional.

Si le diamètre actuel P du champignon des essieux à fusées extérieures est  $(F + D - 4 \text{ mm.})$ , F étant le diamètre actuel de la fusée et D la différence au dessin entre ces deux diamètres, les ateliers spécialisés rechargent le champignon; si P est  $> (F + D)$  l'atelier ou le dépôt tournent le champignon; dans les deux cas, après réparation on doit avoir :

$$P = F + D.$$

L'usure sur la longueur pour les essieux à fusées intérieures est compensée côté moyeu par l'application de disques sur la roue et côté collet par le remplacement du collet (type rapporté) lorsque sa largeur est réduite à 30 mm. Dans le cas de collet venu de forge si son épaisseur à 20 mm. de la périphérie de la fusée est inférieure à 10 mm., réformer l'essieu.

L'usure sur la longueur pour les essieux à fusées extérieures est compensée par recharge à la soudure à l'arc du champignon lorsque son épaisseur est réduite à 8 mm. Cette recharge est exécutée par les ateliers spécialisés. Côté roue, l'usure latérale maximum est 10 mm., au delà l'essieu est réformé.

*Deuxième cas.* — Si la portée cylindrique présente de légères traces d'oxydation, les faire disparaître par polissage à la toile émeri et par une passe de galetage (1).

Le galetage ne doit pas faire perdre de vue l'importance du planage préalable de la fusée. Sinon, les arêtes de métal provenant d'un chariotage grossier seraient écrasées par les galets d'où en service arrachement de particules d'acier suffisantes pour provoquer des chauffages. L'influence du galetage au point de vue chauffages est d'ailleurs controversée. Dans le galetage à un seul galet, par exemple, l'effort exercé par l'outil se transmet sur les centres de l'essieu et sur les pointes du tour qui cèdent irrégulièrement, d'où ovalisation des fusées. Un outil à 3 galets semble préférable.

*Troisième cas.* — Si la portée cylindrique présente la moindre défécuosité de sa surface (rayures, oxydation très profonde, etc.) ou de l'ovalisation ou de la conicité :

- charioter la fusée par passes peu profondes avec un outil à bec arrondi formant un mince copeau et avec une faible avance pour éviter le plus possible les côtes.

Surveiller spécialement au cours du tournage la formation du copeau de métal. Si celui-ci se casse régulièrement à chaque tour de la fusée, c'est l'indice d'une fissure. Aussi, il convient d'examiner attentivement les fusées après rafraîchissage, de nouvelles fissures pouvant apparaître sans avoir été décelées à l'expertise (2).

(1) Sur le réseau anglais LMS les fusées sont toutes polies au moyen d'un appareil spécial. L'essieu est monté sur quatre galets entraînés par un moteur électrique; un collier de feutre est ajusté sur la fusée et est entraîné au moyen d'une courroie mue par un moteur électrique, lui-même posé sur un plan incliné qui permet à la courroie d'être tendue uniquement par le poids du moteur; le plan incliné peut se mouvoir latéralement de manière que toute la fusée soit parcourue par le collier de feutre. On interpose entre le feutre et la fusée de l'huile contenant de la poudre extrêmement fine d'émeri ou d'aluminium.

(2) La S. N. C. F. vient de commander aux U. S. A. 19 tours à fusées, convenant pour les essieux de tous types des locomotives à vapeur et tenders. Ces tours Betts comportent un dispositif à entraînement central par l'axe de l'essieu qui présente l'avantage d'éviter les déformations géométriques provoquées sur les fusées des essieux usinés sur les tours Graffenstaden par la tension de la courroie d'entraînement, appliquée dissymétriquement à un seul bandage.

La précision obtenue avec des tours est excellente: conicité de 0,01 mm. et ovalisation insignifiante alors que la tolérance maximum indiquée précédemment (N.T. MT52b n° 1) et admise sur ces deux mesures est de 0,1 mm.

### 3° Faussages et ébranlements.

#### a) Essieux faussés longitudinalement.

Si une anomalie d'écartement des bandages provient effectivement d'un faussage de l'essieu (constatation d'un faux rond sur une fusée ou, mieux, sur une partie non usée de la portée d'obturateur) il y a lieu de retoucher l'essieu pour rétablir au mieux la rotation normale des divers éléments autour de l'axe théorique (axe des centres d'usinage). Ce travail est exécuté dans les ateliers spécialisés.

On corrige d'abord l'essieu proprement dit puis, éventuellement, les roues (qui peuvent être faussées) ou les bandages. Correction de l'essieu. — Elle est effectuée par :

- retournage et rectification des fusées et portées d'obturateur sans redressage par flexion de l'essieu, lorsque le faux rond des fusées ne dépasse pas 1 à 2 mm., à condition que le faux rond de la partie centrale n'atteigne pas 5 mm.;
- redressage par flexion de la partie centrale suivi d'une rectification des fusées lorsque le faux rond des fusées est plus important ou qu'un redressage par flexion permet commodément de réduire l'importance des retouches à faire par usinage aux fusées.

Pour ce redressage par flexion de la partie centrale on suivra les prescriptions suivantes :

- on opère à froid et sans décalage des roues si la réduction de faux rond à faire subir à la partie centrale est inférieure à 5 mm. et si la zone à faire fléchir au maximum est assez éloignée des portées de calage. On règle l'opération non pas pour annuler le faux fond (certains essieux laissés bruts de forge ont un faux rond d'origine) mais pour réduire autant que possible le faux rond des fusées à rattraper par usinage;
- on opère à froid après décalage de l'une ou des deux roues, si la réduction de faux rond à faire subir est inférieure à 5 mm. et si la zone à faire fléchir au maximum est au voisinage des portées. Il est interdit de faire porter la flexion maximum sur une portée de calage (cas d'une fusée forcée);
- on opère par chaude localisée limitée à 650° ou mieux par chaude totale après décalage des deux roues chaque fois que la réduction de faux rond à faire subir à la partie centrale est supérieure à 5 mm. à condition toutefois, que l'essieu soit en acier A. 48.5.e recuit. Si la chaude a été totale on procède après redressement à un recuit normal. Si l'essieu est en acier traité, il est nécessaire que l'opération de redressage soit suivie du traitement thermique de l'essieu neuf. L'essieu est ensuite réusiné au moins en dehors de la partie centrale.

La correction des roues est traitée plus loin.

L'essieu est ensuite recalé avec fourrure.

On procède ensuite à la rectification des fusées et, le cas échéant, des faces intérieures des moyeux.

#### b) Essieux faussés angulairement.

Sur les essieux accouplés de locomotives, il peut arriver que la mise en pointes n'accuse pas de faux rond, mais que l'essieu soit tordu sur son axe, l'équerrage des tourillons n'est plus respecté. La vérification est effectuée à l'appareil Lecomte.

Si la valeur de la modification d'équerrage à effectuer pour rentrer dans les tolérances est inférieure à 10' on rectifie le tourillon.

Si cette valeur est comprise entre 10' et 20' il est procédé à l'alésage du logement du tourillon après décalage de celui-ci. Lorsque la valeur est supérieure à 20' il convient de décaler une roue, et de procéder à son recalage pour redresser l'équerrage.

Bien entendu, de nouvelles clavettes sont ajustées à la demande pour fixer la position de la roue.

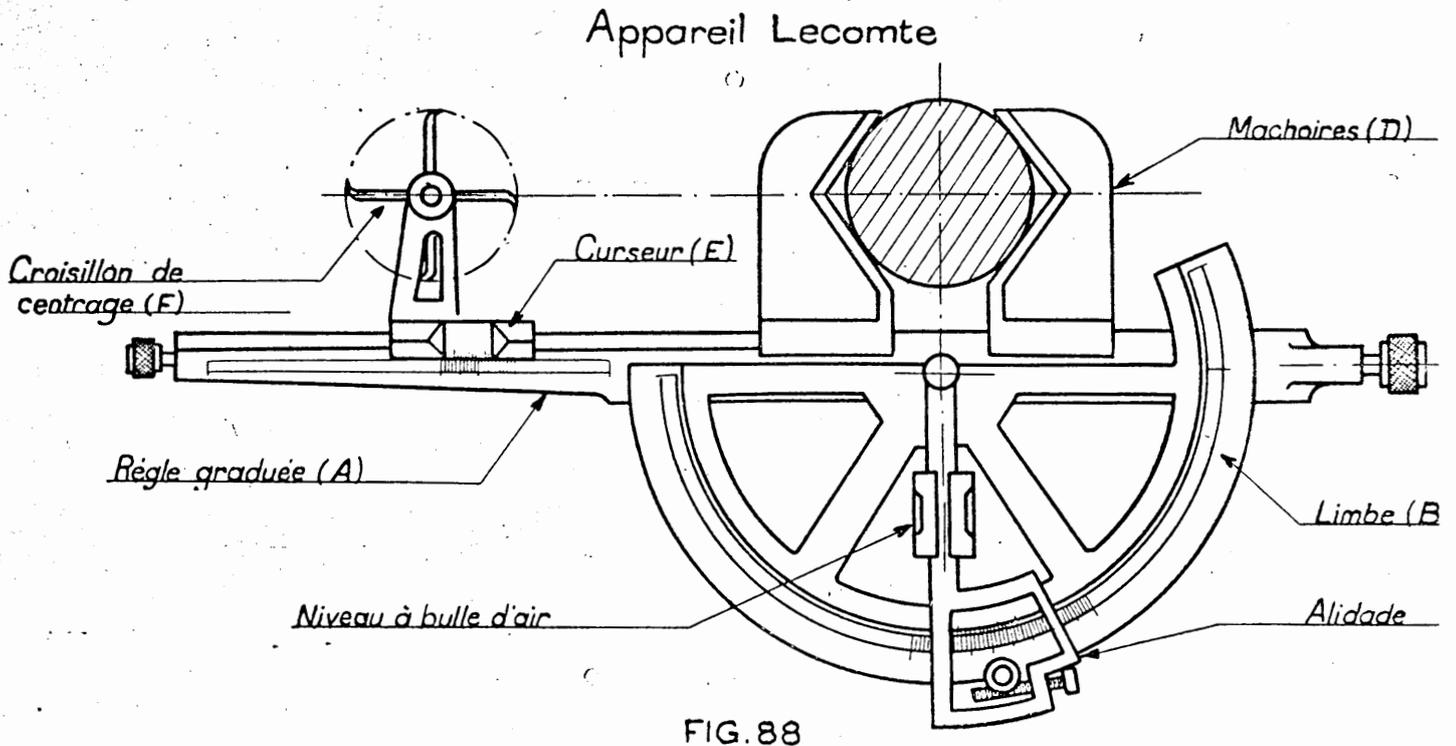
Lorsqu'un essieu monté présente des traces d'ébranlement sensibles à l'œil ou au toucher, ou que des suintements permettent de douter de la solidité de l'assemblage, l'essieu est éprouvé au décalage avec 25 % de surcharge par rapport à l'effort de calage minimum toléré.

c) **Vérification des angles de calage des tourillons et des longueurs des rayons de manivelles des roues couplées de locomotives.**

Ces mesures s'effectuent à l'aide de l'appareil Lecomte (*fig. 88*).

Cet appareil se compose d'une règle graduée A portant un limbe B également gradué sur lequel se déplace une alidade à vernier servant de support à deux niveaux à bulle d'air très sensibles. L'appareil est fixé sur le tourillon par deux mâchoires D, en V qui se resserrent sous l'action d'une vis. La règle porte un curseur E muni d'un vernier et d'un axe mobile portant le croisillon F de centrage.

Il permet de mesurer l'angle que fait l'axe de la manivelle avec une horizontale.



On le place en bout de l'essieu préalablement blanchi, et à l'aide d'un compas spécial à rayon fixe (*fig. 89*), on trace une circonférence ayant pour centre celui de l'essieu. L'appareil est monté par serrage des mâchoires sur le tourillon (*fig. 90*). Le croisillon de centrage permet la disposition de l'appareil suivant l'axe de la manivelle. On déplace l'alidade sur le limbe gradué de manière que le niveau soit horizontal. On relève l'angle formé entre l'horizontale et l'axe de la manivelle (lu à l'aide du vernier de l'alidade donnant une précision de 1').

Il suffit, l'essieu monté étant rigoureusement calé sur une voie horizontale sans dévers, de mesurer l'angle formé par l'autre manivelle et l'horizontale pour obtenir l'angle de calage des tourillons.

Celui-ci sera égal à :  $180^\circ - (\gamma + \vartheta)$  dans le cas où les tourillons auront été placés tous deux en dessous ou en dessus du plan horizontal passant par l'axe de l'essieu (*fig. 91*). Si les deux tourillons sont de part et d'autre de ce plan l'angle est égal à :  $(\gamma + \vartheta)$  (*fig. 91*).

Les précautions suivantes, très importantes, sont à prendre dans l'emploi de l'appareil.

1° Il est recommandé de procéder à plusieurs mesures successives de chaque angle de manivelle avec l'horizontale, sans bouger l'essieu, mais en démontant et remontant l'appareil entre chaque mesure, jusqu'à ce qu'on obtienne 3 résultats au moins, différant entre eux d'au plus 2'. La moyenne de ces 3 mesures est la valeur admise de l'angle.

Les procédés consistant à effectuer qu'une lecture en plaçant au préalable un tourillon à l'horizontale ou à déplacer l'essieu entre plusieurs mesures ne diminuent pas les causes d'erreurs dont il est question ci-après et ne sont pas à recommander.

2° La mise en place de l'appareil doit être réalisée avec le plus grand soin. En effet, une erreur

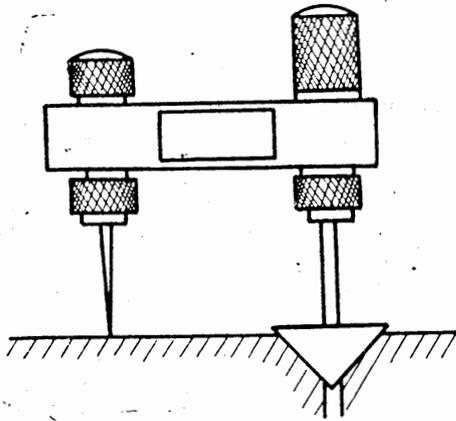


FIG. 89

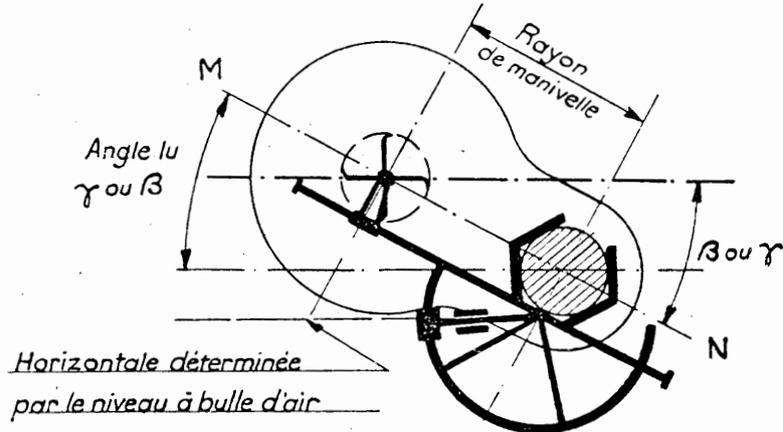


FIG. 90

de 0,2 mm. dans la concordance du cercle de référence tracé sur l'essieu et du cercle décrit par la pointe montée sur l'axe mobile correspond à une erreur de 2' ( $R = 350$  mm.). Si l'on remarque que pour calculer l'écart des angles de deux essieux, on effectue 4 mesures, l'erreur finale varierait de + 8' à - 8' avec approximativement 6 chances sur 10 de faire une erreur inférieure en valeur absolue à 2'.

Principe

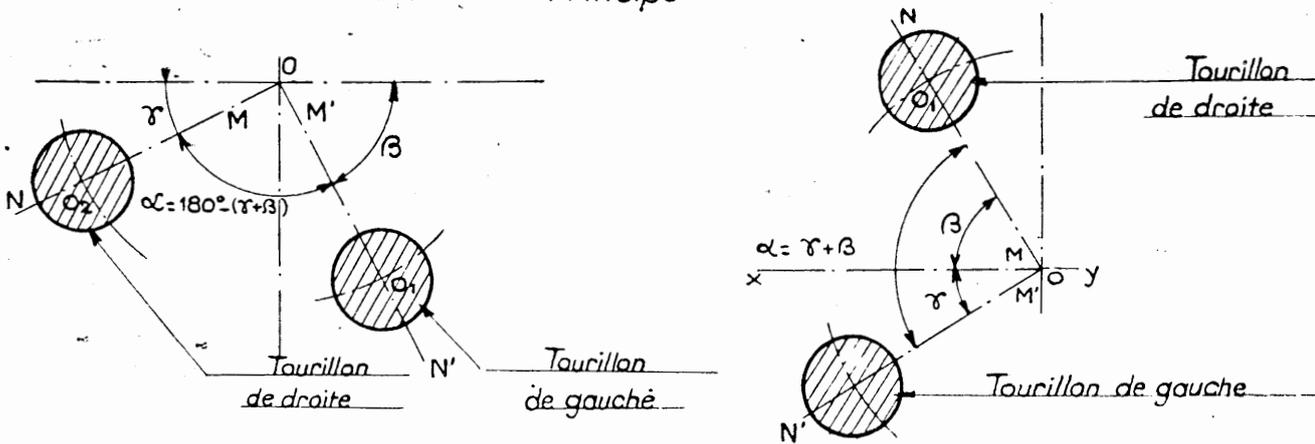


FIG. 91

Le cercle de référence doit donc être tracé d'épaisseur minimum, avec la pointe très fine du compas spécial, en bout de l'essieu blanchi à la craie. On vérifie la concordance des cercles en se servant d'une loupe. Les centres de tournage sont à rafraîchir à la fraise, s'ils présentent des bavures, pour le centrage correct du compas de traçage.

3° Le serrage des mâchoires pour la mise en place de l'appareil doit être modéré et juste suffisant pour l'empêcher de tourner par son propre poids. Un serrage exagéré peut provoquer une erreur de 2' sans déplacement relatif appréciable de la pointe de l'axe mobile par rapport au cercle de référence.

L'ovalisation du bouton peut être compensée par l'interposition d'une ou plusieurs feuilles de papier entre la mâchoire et le bouton.

4° La lecture du vernier doit être faite à la loupe pour éviter toute erreur. Il est recommandé de faire effectuer 2 lectures par 2 agents, dont l'un n'est pas renseigné sur la première lecture de l'autre. Les lectures sont recommencées en cas de désaccord.

Pour certaines positions de l'essieu, il peut être préférable de sortir l'appareil en desserrant les mâchoires, afin de faciliter la lecture des verniers, l'appareil étant posé à plat sur une table. Toutefois, on risque d'introduire une nouvelle erreur provenant du jeu de la vis du rappel de l'alidade sur le limbe si le frottement est doux.

5° Pendant la mesure des angles et rayons d'un essieu, celui-ci devra être immobilisé avec des cales.

6° On doit opérer sur voie horizontale, sans dévers.

La mesure des angles de calage des garnitures d'essieux est obligatoirement exécutée :

Vérification de l'alésage  
du moyeu

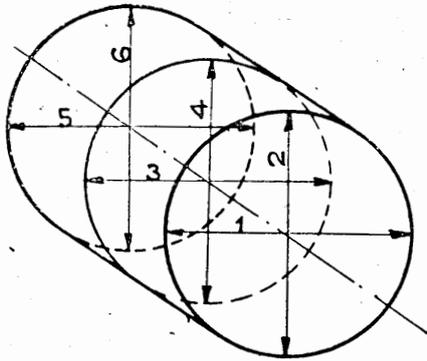


FIG. 92

Calage d'un essieu

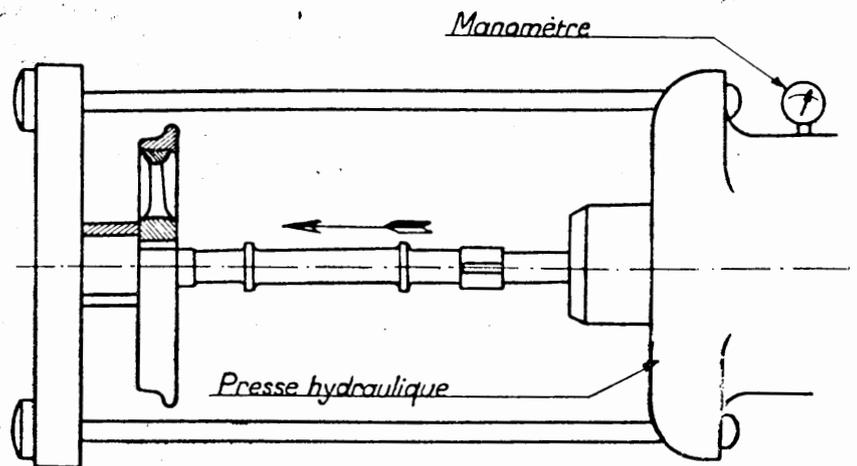


FIG. 93

1° Grands Ateliers : au cours des G. R., levages ou réparations d'essieux isolés.

2° Dépôts : au cours des levages (par le dépôt retournant les bandages) et en entretien courant lorsqu'on constate des desserrages fréquents de bielles d'accouplement ou de coins de boîtes, des chauffages répétés d'un même organe (bielle ou boîte) ou des vibrations de la machine en vitesse.

#### d) Remplacement de l'essieu (Ateliers spécialisés)

Un essieu ébranlé est d'abord désassemblé d'avec ses roues par un décalage à la presse hydraulique, sous une pression égale au maximum à 25 % de l'effort de calage minimum toléré. Si le décalage ne se produit pas, on chauffe le moyeu à 200°; on peut encore percer des trous à la périphérie de la portée de calage si l'essieu est réformé. Il est interdit de décaler une roue partiellement pour modifier sa position sur l'essieu.

Puis on procède au calage du corps de roue sur l'essieu. Cette opération comprend :

1° La vérification de l'alésage du moyeu dans 3 plans (*fig. 92*) qui peut conduire à la réparation par soudure électrique des arrachements de métal (roues en acier doux) puis à un réalésage. L'ovalisation dans chaque plan ne doit pas dépasser 0,05 mm, il est toléré une

conicité de 0,10 mm. sur la longueur de la portée (petite base du côté de l'entrée). Un léger chanfrein ou arrondi de 3 mm. de rayon est pratiqué sur la face interne du moyeu pour faciliter l'entrée.

2° Le tournage de l'essieu, s'il y a lieu, suivant un cône identique à celui de l'alésage du moyeu. Les mesures sont aussi effectuées dans 3 plans différents (ovalisation maximum tolérée : 0,02 mm.). Une légère entrée égale au serrage est pratiquée sur 10 mm. de largeur. En recalant, on interpose une tôle d'épaisseur convenable. Le diamètre de réalésage du moyeu et celui de tournage du corps de l'essieu sont donnés pour obtenir un serrage compris entre :

$$\left. \begin{aligned} S \text{ max.} &= \frac{D}{1000} + 0,15 \\ S \text{ min.} &= \frac{D}{1000} + 0,1 \end{aligned} \right\} \text{ D en mm.}$$

Avant de procéder au calage, il convient de repérer sur l'essieu la position à atteindre par la

Calage  
de l'essieu

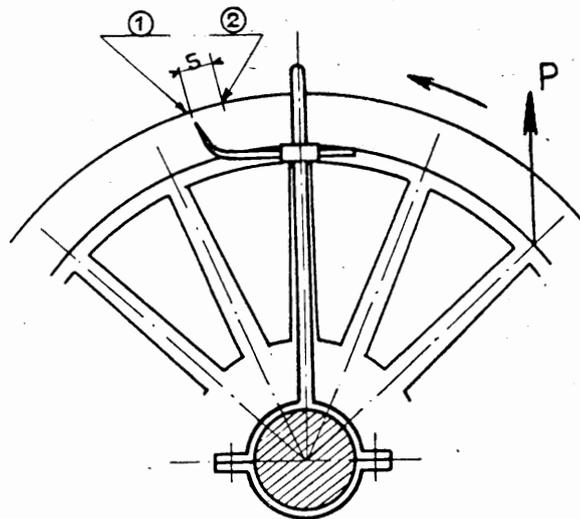


FIG. 94

face intérieure du moyeu en fin de calage, en se référant au bord intérieur de la jante ou du bandage.

3° Le calage qui se fait à l'aide d'une presse hydraulique spéciale, les portées ayant été soigneusement nettoyées au chiffon, et enduites de suif blanc. Pour le calage de la première roue, on met en rapport les rainures de clavetage en interposant une fausse clavette (fig. 93).

4° La rectification de l'angle des manivelles. Au cours de la mise en place de la roue, on vérifie l'angle des manivelles et on calcule l'écart entre l'angle réel et l'angle imposé. Connaissant le rayon de la jante de la roue, on détermine facilement le déplacement à obtenir d'un point (1) de cette jante autour du corps de l'essieu pour obtenir l'angle des deux manivelles. Supposons que 5 mm. soit le déplacement nécessaire du point (1) :

On fixe alors à l'essieu un trusquin spécial (fig. 94) dont la pointe est mise en face du trait (1) et on trace un repère (2) à 5 mm. dans le sens convenable. L'essieu et la première roue calée sont amarrés solidement par chaînes et tendeurs à vis. On poursuit alors le calage en exerçant à l'aide d'un palan un effort P, jusqu'à ce que le repère (2) vienne en face de la pointe du trusquin.

La presse de calage est munie d'un manomètre enregistreur donnant la pression de calage en fonction du déplacement linéaire du piston de la presse. La courbe doit être régulièrement croissante (fig. 95).

La pression en kg à obtenir doit être comprise entre :

$$P = 2,5 (D \times L) \text{ et } P = 2 (D \times L).$$

D et L étant exprimés en mm.

### Courbe des pressions de calage

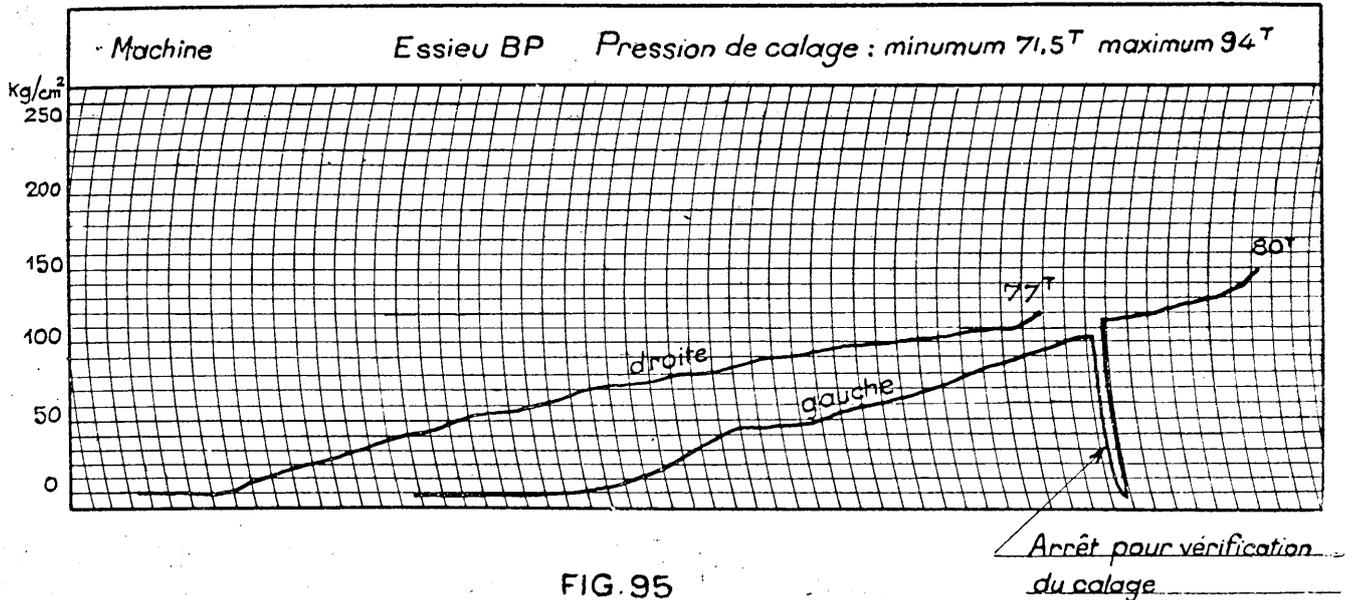


FIG. 95

En général, la poussée totale est comprise entre 70 et 100 tonnes, pour les essieux accouplés.

5° Le clavetage. Les rainures de l'essieu et de la roue doivent être parfaitement concor-

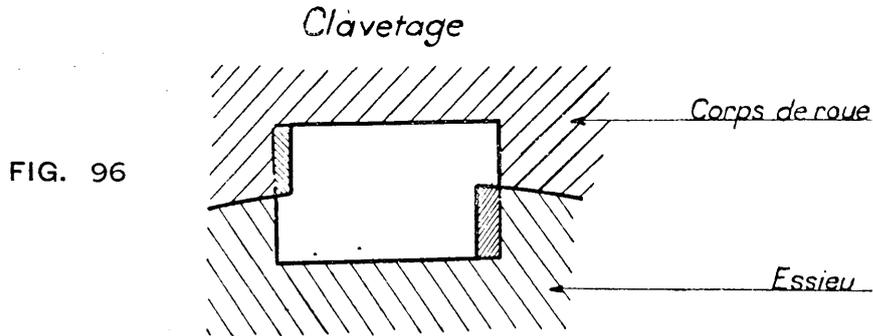


FIG. 96

dantes, sinon (fig. 96) on les met en rapport en burinant et on finit à la lime. La clavette est parfaitement ajustée et chassée dans son logement à la presse ou au mouton. Un serrage de 0,1 mm. est donné, sur les champs seulement. Après clavetage, les extrémités de la clavette et de l'essieu sont affleurées. On trace, en travers de l'assemblage, sur le moyeu un trait de calage.

c) Cas particulier des essieux pour boîtes à rouleaux (voir chapitre V, sous-chapitre C).

## B. — ESSIEUX COUDÉS

### 1<sup>o</sup> Fissures.

#### a) Tolérances.

Les règles concernant les fissures longitudinales sur les fusées ou tourillons des essieux droits sont applicables aux éléments cylindriques des essieux coudés.

Les fissures circulaires intéressant, soit la partie cylindrique des fusées ou des tourillons, soit le congé côté roue de ces fusées sont traitées comme les fissures sur fusées d'essieux droits. Si elles intéressent la partie cylindrique centrale de l'essieu, celui-ci est réformé.

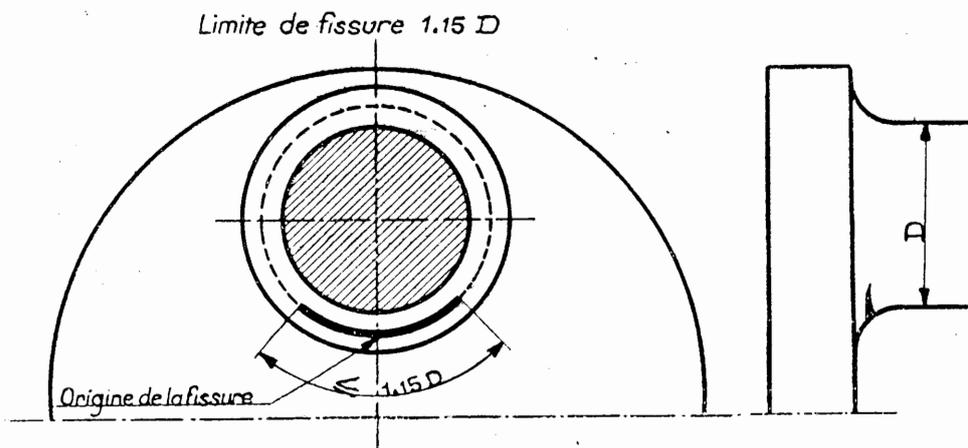


FIG. 97 A

Les fissures dans les flasques ou dans les congés de raccordement des flasques avec les fusées, les tourillons ou la partie centrale n'entraînent pas systématiquement la réforme de l'essieu.

Elles peuvent se classer sous trois formes différentes :

1<sup>o</sup> Le développement de la fissure se fait circulairement, c'est-à-dire à peu près concentriquement à l'axe de l'essieu ou du tourillon, suivant un cercle passant par l'origine de la fissure (*fig. 97 A*).

L'essieu doit être maintenu en service tant que le développement de cette fissure est inférieur à  $1,15 D$ .  $D$  étant le diamètre au dessin de la partie cylindrique correspondante.

2<sup>o</sup> Ce développement se fait à l'intérieur du cercle concentrique passant par son origine et gagne le corps du tourillon, de la fusée ou de la partie centrale (*fig. 97 B*).

L'essieu est réformé dès qu'une extrémité atteint la partie cylindrique.

3<sup>o</sup> Le développement se fait à l'extérieur du cercle passant par son origine en amorçant un retour vers les coudés (*fig. 97 C*).

L'essieu peut être maintenu en service tant que l'une des distances  $d^1$  ou  $d^2$  d'une extrémité de la fissure au bord du flasque n'est pas réduite à 100 mm. pour un flasque non fretté et à 80 mm. pour un flasque fretté.

Toutefois, si la fissure, tout en restant à l'extérieur du cercle passant par son origine, continue dans le congé, l'essieu est réformé lorsque son développement atteint  $1,50 D$  (la distance  $ab$  (fig. 97 C) doit être par conséquent au maximum  $1,50 D$ ).

Ces règles sont des maxima à ne pas dépasser.

Sur tous les essieux qui sont laissés en service, on n'effectue aucune opération d'usinage sur les fissures (évidements Frémont, assainissement, etc.).

*A réformer dès qu'une extrémité atteint le centre intérieur*

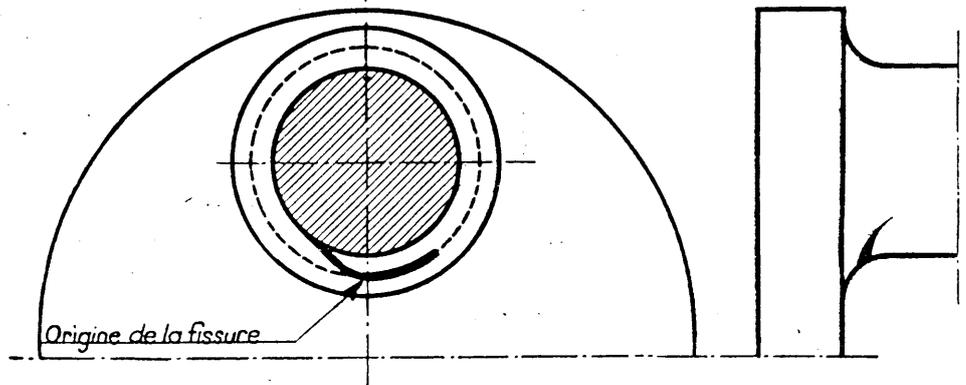


FIG. 97 B

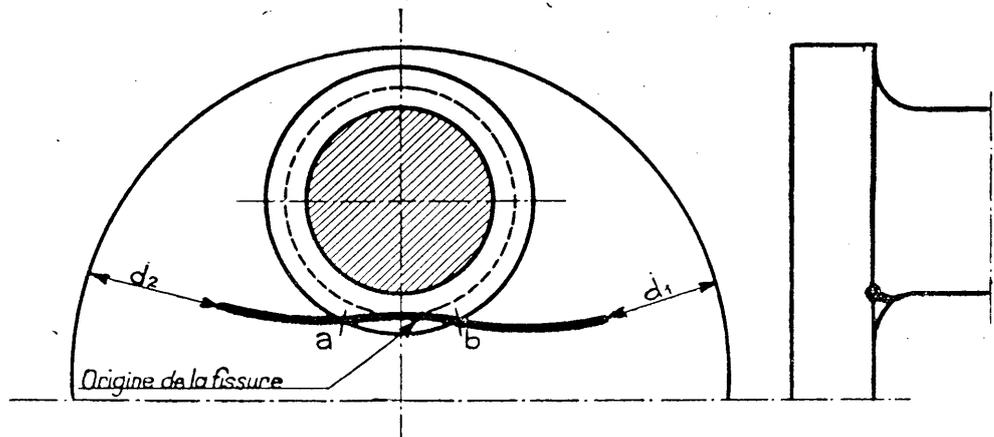


FIG. 97 C

#### b) Surveillance en service des essieux coudés.

1° En dehors de toutes considérations de parcours, les tourillons des bielles BP et les fusées des boîtes BP sont à visiter, tant par le dépôt d'attache des machines que par un dépôt étranger, chaque fois qu'on aura l'occasion, soit de démonter les bielles BP, soit de retirer l'essieu.

Au cours des révisions de mi-parcours, les essieux fissurés doivent faire l'objet d'un examen attentif en démontant les poulies d'excentriques et même en retirant l'essieu si c'est nécessaire.

Dans ce dernier cas, la visite doit s'étendre, bien entendu, à toutes les parties de l'essieu.

Si la révision de mi-parcours devait être retardée pour quelque cause que ce soit, la visite des fissures devrait être faite au voisinage du parcours de révision (tolérance :  $\pm 10\%$  de ce parcours).

2° Une visite complète des tourillons et fusées des essieux BP des machines Mountain est effectuée tous les 50.000 km., que l'essieu soit signalé fissuré ou non; cette visite coïncidera avec le levage ou la révision.

En outre, comme pour les autres essieux coudés, les tourillons des bielles BP et les fusées des boîtes BP sont à visiter toutes les fois que l'on a l'occasion, soit de démonter les bielles, soit de retirer l'essieu.

Le spécialiste du matériel sera convoqué lorsqu'une fissure aura progressé de plus de 50 mm. dans les 50.000 derniers kilomètres parcourus.

3° Si, en service, il est reconnu sur un essieu l'existence de fissures ne compromettant pas la sécurité, les extrémités en sont repérées, pour que le développement puisse en être suivi, au moyen d'un léger coup de pointeau dont les bavures doivent être enlevées à la lime douce. Dès que ces fissures sont repérées et pour que les essieux se signalent pour ainsi dire eux-mêmes à l'attention des agents intéressés, ils reçoivent à l'atelier ou au dépôt ayant découvert les fissures les marques conventionnelles suivantes :

Ft pour les fissures du tourillon moteur,

Fc pour les fissures intéressant le corps de l'essieu.

Ces marques sont poinçonnées à froid en bout des essieux et seulement du côté de la fissure en caractères de 12 mm pour F et de 8 mm. pour t ou c. Ces lettres doivent se détacher nettement des marques de numérotage afin d'être très apparentes.

La visite est consignée sur un bulletin adressé au bureau Régional. Les renseignements du bulletin sont reportés par les soins du service effectuant la visite sur la fiche modèle MT O 173.046 annexée au dossier de la machine. Cette fiche indique donc les développements successifs des fissures.

Compte tenu des renseignements de cette fiche on détermine alors la vitesse de propagation en fonction du parcours effectué depuis la dernière visite.

L'essieu n'est maintenu en service que si, compte tenu d'une vitesse double, les dimensions des fissures relevées permettent de supposer que les limites indiquées ci-dessus ne seront pas atteintes lors de la visite suivante. Dans certains cas, il peut être fixé un parcours limite avant l'expiration duquel cette visite doit avoir lieu.

Les fissures autres que celles indiquées ci-dessus sont signalées spécialement au Service Régional pour décision.

Tout essieu fissuré doit également être signalé sur le registre d'entretien de la machine qui le reçoit par l'inscription de la lettre F à la suite de son numéro.

Les visites des essieux, qu'ils soient fissurés ou non, sont inscrites sur ce registre, chaque inscription devant comporter, outre le numéro de l'essieu (suivi de l'indice F s'il est fissuré) la date de visite. Il est inutile de reporter dans cette colonne les constatations déjà notées sur la fiche de surveillance d'essieu coudé; on se bornera à porter la mention : « Pour les constatations, voir fiche de surveillance d'essieu coudé ».

Les ateliers signalent également les fissures à l'encre rouge sur le bulletin de réparation de l'essieu intéressé, bulletin qu'ils adressent avec un exemplaire de la fiche de surveillance d'essieu coudé à l'Ingénieur en Chef de la Traction pour lui permettre d'en prendre note et de s'assurer que le dépôt réceptionnaire de l'essieu en cause ou de la machine sous laquelle il a été placé a reçu directement la fiche de surveillance de cet essieu.

#### c) Placement des essieux fissurés.

Les essieux fissurés ne peuvent être placés sous les machines en GR ou au levage que si l'état de leurs fissures au moment de ce placement ou la lenteur antérieure de leur déve-

loppement donnent la certitude qu'ils pourront assurer un nouveau parcours de levage et, en tout cas, si le développement de ces fissures ne dépasse pas :

1,05 D pour le cas où la limite de retrait est de 1,15 D ou si la distance d'une extrémité de la fissure au bord du flasque n'est pas descendue au-dessous de :

115 mm. pour le cas où la limite de retrait est de 100 mm.

90 mm. pour le cas où la limite de retrait est de 80 mm.

Pour les Pacific transformées (231 D, E, F, G, H), ces limites sont les suivantes, si les fissures n'entrent pas dans l'un des cas prévus comme entraînant la réforme immédiate de l'essieu.

	Limite en service	Limite pour une machine passant en G.R. ou au levage
Tourillons : fissures circulaires .....	264	200
Corps d'essieu : fissures circulaires.....	220	150
S'il y a retour vers les coudes des 2 côtés, quelle que soit la longueur de la partie circulaire, distance de l'extrémité de la fissure au bord du flasque..	90	140

S'il y a un seul retour vers un coude, la partie circulaire peut s'étendre sur 185 mm. si elle intéresse le tourillon et 140 mm. si elle intéresse le corps.

### 2° Usure des fusées et tourillons intérieurs des essieux coudés.

Les règles concernant les fusées des essieux droits sont applicables aux fusées et tourillons intérieurs d'essieux coudés.

Les tourillons sont à limite d'usure lorsque leur diamètre atteint les 9/10 du diamètre d'origine.

Toute fusée d'essieu ou tourillon ayant chauffé, qu'elle soit fissurée d'ancienne date ou non, doit faire l'objet d'un examen particulièrement approfondi pour reconnaître si des fissures anciennes ne se sont pas aggravées ou si des fissures nouvelles n'ont pas été occasionnées par le chauffage.

Il est recommandé de badigeonner d'huile blanche ou de pétrole les congés voisins de la partie ayant chauffé et de procéder à l'expertise prescrite 24 heures après pour permettre à l'huile ou au pétrole de pénétrer dans les fissures où elles existent.

### 3° Fausages et ébranlements.

#### a) Essieu faussé.

L'examen des essieux entraîne leur montage sur le tour; ce montage tant pour vérification que pour usinage doit être fait en entretoisant les coudes avec des tures. Ceux-ci doivent être réglés avec le plus grand soin, l'essieu étant bien libre, sans forcer pour ne pas provoquer l'ouverture, même minime, des flasques, qui fausserait les opérations de tournage ou de vérification. On s'en assure en vérifiant l'écartement des bandages ou des flasques avant et après le montage des tures.

Si le faux rond de la partie centrale ne dépasse pas 2 mm., on opère comme pour les essieux droits. Si le faux rond est plus grand, on cherche à le diminuer par ouverture des coudes ou par leur fermeture en utilisant un petit ture ou la presse à caler. Toutefois, cette opération étant très délicate, est toujours effectuée à froid en présence du chef d'atelier.

S'il s'agit d'un forçement angulaire intéressant les tourillons d'accouplement, on opère comme pour les essieux droits.

**b) Ébranlement de l'assemblage roue-essieu d'un essieu coudé monobloc.**

Les opérations à effectuer sont rigoureusement les mêmes que pour les essieux droits. Il en est de même pour les essais de décalage et le calage à la tôle.

**c) Ébranlement des parties constitutives d'un essieu coudé polybloc.**

Les ébranlements sont les avaries les plus fréquentes de ce type d'essieu.

On admet qu'un assemblage est ébranlé ou tout au moins douteux :

1° Lorsque l'huile suinte sur environ la moitié de la circonférence de l'emmanchement.

2° Lorsque l'une des parties mâles ou femelles est en retrait sur l'autre ou lorsqu'il y a eu rotation relative de ces parties.

Toutefois, si dans le premier cas, on ne constate aucune saillie au joint des parties assemblées, ni aucun ébranlement des goujons, on laisse l'essieu en service en le surveillant tout spécialement. L'amorce d'un ébranlement est facilement révélée en apposant une peinture blanche sur les surfaces communes aux flasques et aux parties cylindriques. Cette peinture blanche, choisie très adhérente, est déposée sur les essieux neufs et à chaque réparation, en couches suffisamment épaisses, pour que les brisures aux joints soient bien franches.

Si, par suite d'une réparation, un élément désaffleure sur l'autre, il convient de pratiquer au burin deux repères d'affleurement de 60 mm. environ pour permettre de suivre la tenue en service.

Si l'essieu présente dans un de ses assemblages, un désaffleurement inférieur à 0,5 mm. sans avoir, par ailleurs aucune autre déformation (différence de l'angle de calage et voile des corps de roues), il peut être maintenu en service en pratiquant les repères d'affleurement indiqués ci-dessus et en le surveillant particulièrement.

Lors du démontage des éléments mâles on prend toutes précautions utiles pour ne pas détériorer l'alésage qui doit recevoir la pièce de remplacement.

Le montage est fait en principe (1) à chaud à une température qui doit toujours être inférieure à 400° C, le serrage à donner aux assemblages est obtenu en millimètres par mètre en appliquant la formule suivante :  $s = \frac{270}{e}$ ,  $e$  étant l'épaisseur des flasques en millimètres.

Les parties femelles sont usinées soigneusement, la différence entre deux diamètres quelconques ne devra pas dépasser 0,03 mm.

Les parties mâles sont tournées soigneusement ou rectifiées avec les mêmes tolérances que les parties femelles, de façon à réaliser le serrage prévu d'après le diamètre de l'alésage avec une tolérance de  $\pm 0,03$  mm.

Avant montage, les logements des anciens goujons d'arrêt sont obturés par des demi-goujons dont la face plane est meulée au rayon de l'alésage.

Le perçage des nouveaux trous de goujons est ensuite effectué sur le même emplacement en agrandissant légèrement l'ancien logement; puis le trou est taraudé et le goujon vissé à force et affleuré.

Toute réparation ou obturation du logement par soudure est interdite, ainsi que toute opération de soudure sur les flasques, même de peu d'importance.

#### **4° Parcours des essieux couvés.**

Alors que le parcours moyen, avant réforme, des essieux droits moteurs de locomotives est de l'ordre de 600.000 à 800.000 km., celui des essieux couvés lui est très inférieur en raison

---

(1) Pour les ateliers situés à proximité d'une usine productrice d'azote liquide, il est possible d'opérer par refroidissement des éléments cylindriques. Le montage à froid à la presse pratiqué par la région Sud-Est fait l'objet d'essais et n'est pas à généraliser. Il est effectué avec un serrage de 0,45 mm. et sous un effort compris entre 50 et 100 tonnes.

de la cause particulière de rebut que crée le développement des fissures. Les essieux coudés se distinguent aussi des essieux droits, en ce qui concerne leur durée, par l'irrégularité de leur parcours, avant retrait du service.

La figure 97 bis est la représentation graphique de la courbe de répartition (en valeur absolue et en pourcentage) des essieux coudés monoblocs en acier forgé des 231 C à H réformés pour fissures, en fonction du parcours avant réforme. Le parcours moyen est de l'ordre de 300.000 km.

L'asymétrie et l'irrégularité de forme de cette courbe a pour cause la différence de qualité des essieux coudés suivant leur origine. Il est, en effet, possible de disséquer la courbe collective en une somme de plusieurs courbes à dispersion normale chacune, ces 8 courbes étant tracées respectivement pour le lot des essieux réformés en provenance d'un même fournisseur et suivant la méthode suivante :

Pour construire, par exemple, la courbe de fréquence des essieux d'un certain constructeur, nous avons placé côte à côte, la base reposant sur l'axe des abscisses chacun des rectangles hachurés dont la hauteur est égale au nombre d'essieux réformés dans chaque tranche successive de 20.000 km. de parcours (0 à 20.000 puis 20.000 à 40.000, etc.). On trace ensuite la ligne brisée reliant les milieux des sommets de chacune de ces aires, on obtient ainsi une courbe de forme caractéristique (dite aussi : courbe en cloche ou courbe de Gauss).

On remarquera d'après ces courbes la différence sensible de longévité moyenne des essieux coudés suivant leur origine.

Ces courbes confirment bien le choix judicieux de la valeur des délais de garantie (durée et parcours) et démontrent l'intérêt qu'il y a pour la S. N. C. F. à mettre en service dans l'ordre de leur fabrication les essieux coudés en approvisionnement et à les surveiller particulièrement.

Au 1<sup>er</sup> janvier 1947, 892 essieux coudés monoblocs avaient été mis en service depuis l'origine sur les 231 C à H dont 756 en acier ordinaire et 136 en acier au nickel-chrome (NC).

A la même date : 639 avaient été réformés dont 607 en acier ordinaire et 32 en acier au NC ; 253 étaient en service dont 149 en acier ordinaire et 104 en acier au NC.

Le parcours moyen au moment de la réforme des essieux en acier au NC est de 245.000 km. il n'est pas supérieur à celui des essieux en acier ordinaire et par ailleurs, les parcours unitaires sont aussi très irréguliers.

La proportion actuelle des aciers au NC en service  $\left(\frac{104}{253}\right)$  est plus élevée que celle relative au total des essieux mis en service depuis l'origine  $\left(\frac{136}{892}\right)$ , cela provient de ce que les aciers au NC n'ont été introduits qu'assez récemment (à partir de 1931) : 104 au NC pour 139 en acier ordinaire depuis cette date (1).

## C. — ROUES

### 1<sup>o</sup> Moyeu.

#### a) Fissures et cassures.

Toute roue présentant une cassure totale du moyeu ou une fissure partant de l'intérieur est réformée.

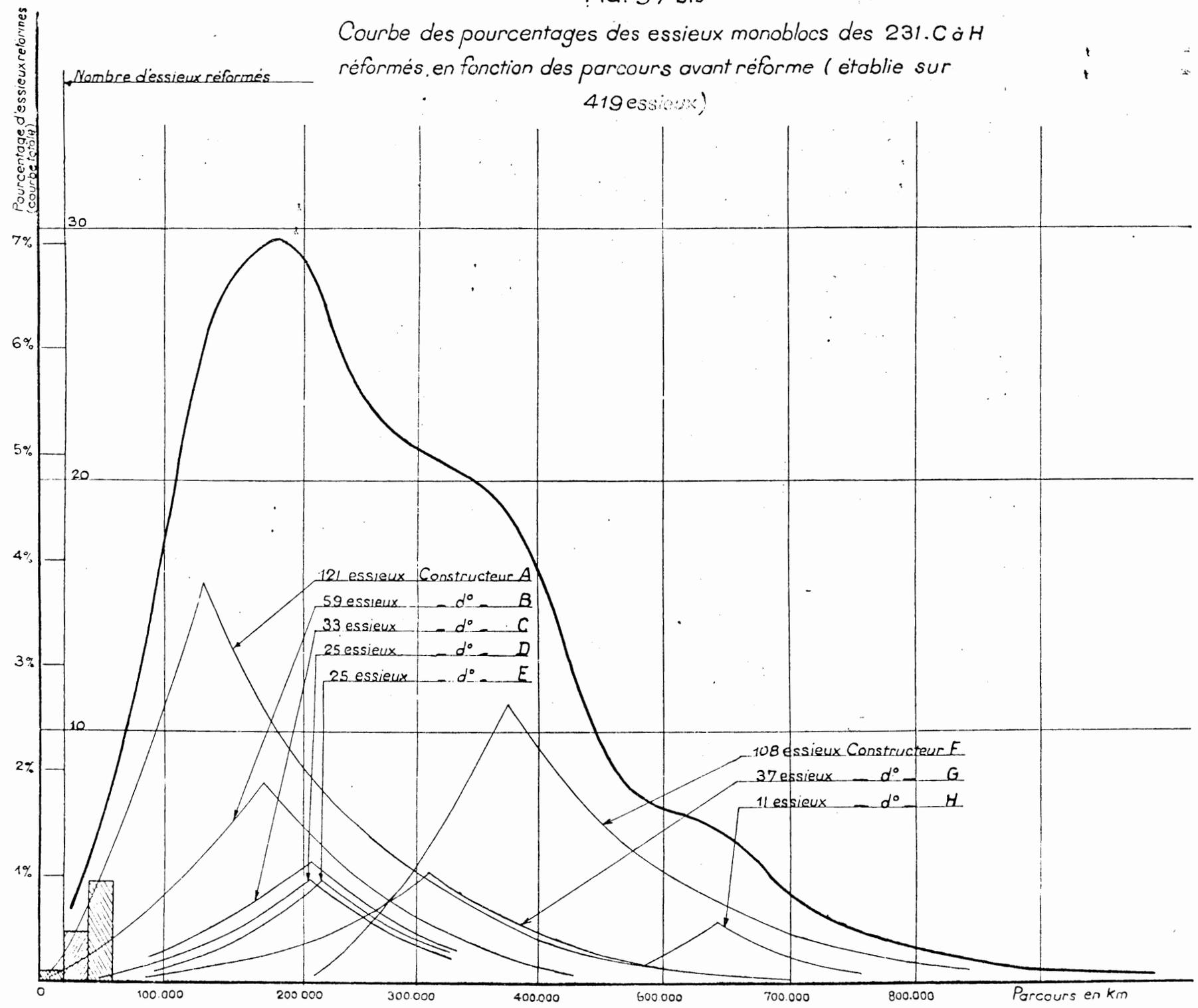
Les fissures radiales partant de l'extérieur et intéressant toute la largeur du moyeu sont réparées par soudure électrique tant que leur profondeur est inférieure à 20 % de l'épaisseur du moyeu. On n'admet pas plus de deux soudures de cette importance par roue et à la condition que l'angle  $\alpha$  de leur direction soit compris entre 90° et 120° (fig. 98).

Après réparation, on effectue un essai de décalage avec 25 % de surcharge par rapport à la pression minimum de calage.

D'une façon générale, les fissures de faible longueur (40 à 50 mm.) sont réparées par soudure électrique en évitant de provoquer l'échauffement. Un essai de décalage est effectué si plus de trois soudures de ce genre sont exécutées.

(1) Il apparaît bien ici, comme en beaucoup d'autres essais (essieux polyblocs, par exemple) ou en d'autres matières concernant les chemins de fer, que les expériences doivent, en général, avant qu'on en puisse tirer des conclusions, durer une ou plusieurs décades d'années, ce qui paraît donner aux ingénieurs de la S. N. C. F. une réputation de circonspection.

Courbe des pourcentages des essieux monoblocs des 231.C à H réformés, en fonction des parcours avant réforme ( établie sur 419 essieux )



b) Usure.

Les faces du moyeu servant d'appui aux coussinets de boîtes et constituées par les roues ou des rondelles de friction sont toujours rectifiées avec les fusées.

Lorsque l'usure des roues est égale aux 6/100 de l'épaisseur du moyeu à l'état neuf avec minimum de 10 mm. il convient d'appliquer des couronnes en acier A 48.4

Pour l'application de couronnes il faut :

1° Dresser l'encastrement sur le tour à une profondeur permettant de donner à la couronne après dressage de la face de friction, une épaisseur de 15 mm. (soit l'usure permise plus 5 mm.).

2° Découper les couronnes ou les demi-couronnes dans des tôles d'épaisseur légèrement supérieure à la cote d'usinage. Couper diamétralement, le cas échéant, les couronnes en deux parties et les réassembler par quelques points de soudure à l'arc.

Tourner les couronnes au diamètre extérieur exact

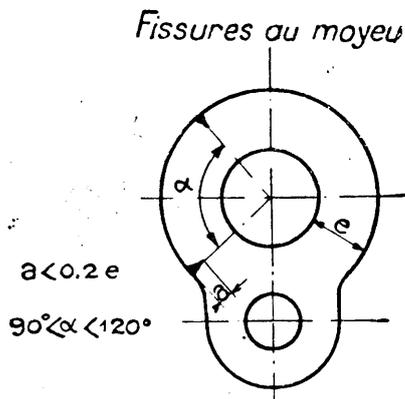


FIG. 98

Fixation des couronnes latérales d'usure des moyeux de roues

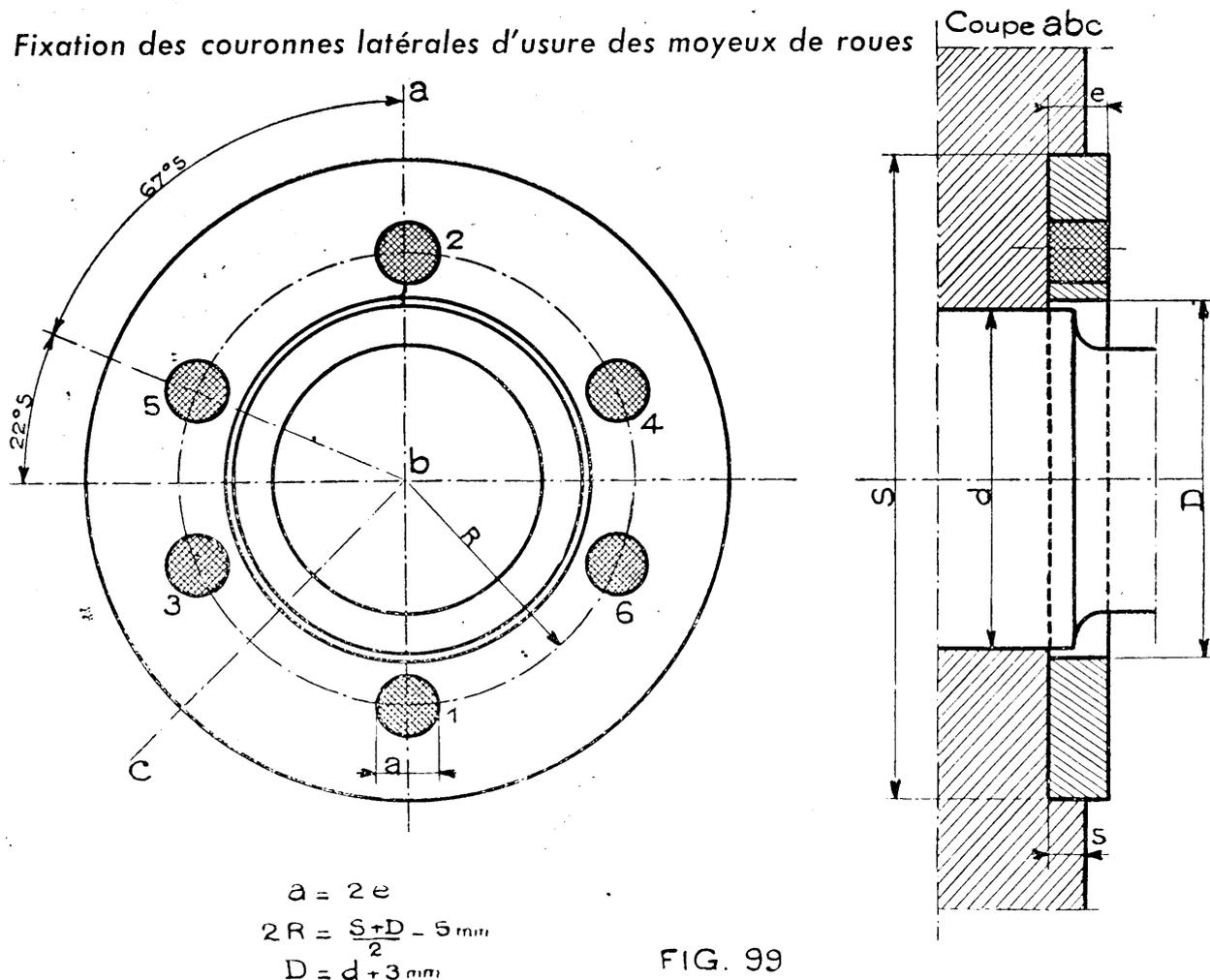


FIG. 99

de l'encastrement et à un diamètre intérieur supérieur de 3 mm. à celui de la portée de calage et dresser la face d'application.

Percer les trous destinés à recevoir les soudures en bouchon. Ces trous doivent avoir un diamètre égal à deux fois l'épaisseur de la couronne de friction et être disposés ainsi qu'il est indiqué sur la *figure 99*.

Briser les points de soudure pour permettre la mise en place.

3° Mettre en place les couronnes ou demi-couronnes en les appliquant correctement au fond de leur logement et en les maintenant, soit à l'aide d'entretoises réglables (essieux montés à fusées intérieures), soit à l'aide de serre-joints (essieux montés à fusées extérieures et roues décalées).

4° Exécuter les bouchons de soudure dans l'ordre des numéros de la *figure 99* de préférence en position à plat, l'essieu étant maintenu verticalement.

5° Dresser sur un tour à roues la face de frottement des couronnes en respectant la cote du dessin pour la largeur du moyeu.

Ces couronnes sont remplacées lorsque leur usure ramène l'épaisseur du moyeu à la cote qui a provoqué leur application.

### c) **Agrandissement de l'alésage.**

Lorsque, par suite de réalésages successifs, les diamètres des alésages des roues sont portés à une cote supérieure de 8 mm. à celle d'origine pour l'alésage recevant l'essieu ou les tourillons, l'alésage agrandi est rechargé par soudure à l'arc.

## 2° **Jante.**

### a) **Fissures et cassures.**

Les jantes rompues en un seul endroit sont laissées en service si les bandages ne sont pas ébranlés; elles sont réparées par soudure électrique après désembattage au premier passage à l'atelier.

Toutes les réparations par soudure doivent rester apparentes pour les surveiller en service.

### b) **Usure.**

Les roues sont réformées lorsque par suite de rectifications successives, la largeur des jantes est réduite à 90 mm. pour les jantes des roues carrossées et à 85 mm. pour les autres roues, ou que leur diamètre extérieur est réduit de 10 mm. Eventuellement, la recharge latérale ou périphérique de la jante peut être effectuée par les ateliers spécialisés par soudure à l'arc (1). Il en est de même lorsque le voile est devenu trop important par suite d'avarie de la roue. Un redressage à la presse peut également précéder la soudure pour les roues n'ayant pas subi de traitement thermique.

Les jantes sont rectifiées toutes les fois qu'une des tolérances suivantes est dépassée :

ovalisation (2) .....	0,8 mm. par mètre de diamètre
voile .....	1 mm. par mètre de diamètre
conicité .....	0,5 mm. sur le diamètre.

convexité : lorsque la jante porte sur le fond du calibre 3701 de la feuille OCF 06-4774, ou quand la surface est très oxydée, présente des traces de grippage ou d'arrachement de métal.

On détermine le voile de la manière suivante :

L'essieu tournant lentement, on déplace une pointe mousse parallèlement à l'axe du tour

(1) Une autre méthode est indiquée dans le numéro d'oct. 1946 de la revue *Railway Mechanical Engineer*.

Des tôles de trois pouces de long et plus larges que la jante d'un demi-pouce sont soudées à la jante (soudure en bouchons tous les 10 cm.) ainsi que sur son pourtour latéral habituellement chanfreiné auparavant. Les roues sont ensuite placées sur un tour et réusinées au diamètre d'origine.

(2) L'ovalisation est la différence entre le diamètre maxi et le diamètre mini relevés, quelles que soient leurs positions.

jusqu'à ce qu'elle prenne contact en un point de la face latérale de la jante de la roue en rotation. La pointe étant laissée dans cette position, on mesure l'écart maximum entre la jante et la pointe au cours de la rotation.

Après rectification, on doit obtenir :

Ovalisation inférieure à .....	0,2 mm. par mètre de diamètre
Voile.....	0,5 mm. par mètre de diamètre
Conicité .....	0,1 mm.

### 3<sup>o</sup> Rayons.

#### a) Fissures et cassures.

Sur les roues motrices et accouplées, le nombre total de cassures de rayons non réparées qui peuvent être laissées provisoirement en service sur une même roue ne doit pas dépasser deux et ces cassures doivent être séparées au minimum par deux rayons sains ou réparés.

Sur les roues porteuses il n'est pas toléré en service de rayon cassé ni plus d'un rayon fissuré.

Ces fissures et cassures sont réparées normalement par soudure à l'arc quel que soit le nombre de rayons soudés antérieurement. Pour effectuer la soudure d'un seul rayon, on peut se dispenser de désembatter, mais le voile et l'ovalisation du bandage sont à vérifier ensuite.

Pour la soudure de deux ou plusieurs rayons consécutifs le désembattage est obligatoire ainsi que la rectification postérieure des jantes.

Les soudures doivent être effectuées en deux temps comportant chacun le chanfreinage et la soudure d'une moitié de l'épaisseur. Cette façon d'opérer est nécessaire pour éviter le raccourcissement des rayons soudés par suite du retrait après soudure (1).

#### b) Cas particulier des roues à toile et monobloc.

Les règles ci-dessus sont applicables aux roues bandagées à toiles, sauf celles concernant les fissures.

Les fissures de toiles sur roues bandagées à toile nervurée peuvent être réparées par soudure à l'arc.

Toute roue monobloc présentant une fissure est réformée, la soudure est interdite.

La jante d'une roue monobloc est assimilée aux bandages.

### 4<sup>o</sup> Contrepoids.

#### a) Ébranlement des contrepoids garnis de plomb.

On remédie à cette avarie en resserrant le plomb par matage et en soudant ensuite des plaquettes sur les orifices par où le plomb a été coulé.

#### b) Vérification de l'équilibrage des essieux.

La méthode suivante concerne spécialement les 141-001 à 250 pour lesquelles un équilibrage imparfait des masses importantes en mouvement alternatif se traduit à grande vitesse par de fortes trépidations.

---

(1) Un autre genre de précaution est indiqué dans le numéro d'oct. 1946 de la revue *Railway Mechanical Engineer*. La jante est d'abord coupée au chalumeau de part et d'autre du rayon rompu à réparer. Lorsque la soudure du rayon est terminée, la jante est soudée à son tour puis réusinée au tour.



1<sup>o</sup> Obtention et vérification de l'équilibrage de l'essieu moteur principal (*fig. 100 A*).

— Mettre en place l'essieu sur l'appareil à balourder.

— Suspendre à chacun des boutons et des contre-manivelles les poids P et p indiqués ci-après (1) :

Essieu	P	p	Q
Essieu moteur principal (4 <sup>e</sup> ), cas des bielles nouvelles.	422 Kg.	29 Kg.	
Essieu moteur principal (4 <sup>e</sup> ), cas des bielles d'origine.	467 Kg.	32 Kg.	
Essieux accouplés : (2 <sup>e</sup> ) . . . . .			143 Kg.
(3 <sup>e</sup> ) . . . . .			190 Kg.
(5 <sup>e</sup> ) . . . . .			122 Kg.

— Amener la manivelle côté D dans la position verticale et dirigée vers le bas afin d'annuler pour elle l'effet du poids qui lui est suspendu.

Dans cette position, s'il y a balourd, celui-ci est dû à la roue côté G. Pour le corriger on devra opérer sur cette roue en ajoutant ou en retranchant un poids à celui suspendu à son bouton de manivelle.

*Premier cas.* — Contrepoids trop lourd, le poids P côté G est insuffisant.

On trouve qu'il faut ajouter un poids (*m*) pour obtenir l'équilibre.

S'il s'agit d'un essieu d'origine on pratique dans le contrepoids côté G les alvéoles.

A et B si *m* est < 32 kg.

A, B, C et D si *m* est > 32 kg.

Si *m* > 60 kg. les alvéoles seraient percés à un plus grand diamètre; ces alvéoles ont été prévus trop grands de façon à obtenir l'équilibrage définitif par addition de rondelles de tarage en plomb (*fig. 100 B*).

S'il s'agit d'un essieu nouveau, on diminue l'épaisseur du contre-poids par un usinage approprié sur sa face extérieure (*fig. 100 C*).

*Deuxième Cas.* — Contrepoids trop léger. Le poids P côté G est trop élevé.

On trouve qu'il faut retrancher un poids (*m'*) pour obtenir l'équilibre.

S'il s'agit d'un essieu d'origine on rapporte sur toute la face extérieure du contrepoids une plaque de lestage en tôle d'acier (*fig. 100 D*).

S'il s'agit d'un essieu nouveau, on rapporte sur le champ du contrepoids un contrepoids additionnel fixé par soudure et placé suivant son importance entre deux ou plusieurs bras (*fig. 100 E*).

— Amener la manivelle côté G dans la position verticale et dirigée vers le bas.

— Opérer sur la roue côté D comme il a été expliqué pour la roue côté G.

— Amener, successivement chacune des manivelles, dans la position horizontale opposée à celle qu'elle occupait, précédemment et dans chacune de ces positions, parfaire l'équilibrage en retouchant les rondelles de tarage ou l'épaisseur des plaques de lestage.

A la suite des opérations ci-dessus, les manivelles amenées dans une position quelconque, s'il existe encore du balourd, il doit être tel que son moment soit inférieur à celui d'un poids de 750 gr. agissant à l'extrémité d'un rayon de 500 mm. (condition fixée par la STU n° 131).

2<sup>o</sup> Obtention et vérification de l'équilibrage des essieux accouplés (*fig. 100 F*).

On opère comme pour l'essieu moteur en suspendant aux boutons de manivelle le poids Q du tableau ci-dessus (2).

On pratique l'équilibrage comme dans le cas d'un essieu moteur type nouveau.

On vérifie l'équilibrage comme pour l'essieu moteur avec les mêmes exigences (3).

(1) Le poids P comprend : la portion du poids de la bielle motrice reposant sur le bouton moteur, la portion du poids des bielles d'accouplement reposant sur le bouton moteur et le poids, rapporté au rayon de manivelle, correspondant à la masse additionnelle prévue sur le contrepoids pour l'équilibrage des pièces en mouvement alternatif.

Le poids p représente la portion du poids de la bielle de commande de coulisse reposant sur le tourillon de contre-manivelle.

(2) Le poids Q comprend : la portion du poids des bielles d'accouplement reposant sur le tourillon et le poids, rapporté au rayon de manivelle, correspondant à la masse additionnelle prévue dans le contrepoids pour l'équilibrage des pièces en mouvement alternatif.

(3) Les ateliers anglais de Doncasters ont construit une machine spéciale pour l'équilibrage des essieux. L'essieu est placé par les fusées sur des paliers montés sur une série de ressorts hélicoïdaux disposés à 45° sur l'horizontale et la verticale. On monte sur chaque tourillon un poids égal à celui des bielles augmenté de la fraction des masses en mouvement alternatif, s'appuyant sur ce tourillon. Les roues sont ensuite animées d'un mouvement de rotation au moyen d'un moteur électrique et chaque balancement dû aux oscillations des ressorts est corrigé par une modification de poids supplémentaire (on s'est réservé 4 à 5 kg. pour cette addition). On continue jusqu'à ce qu'on puisse tourner les roues à une vitesse de 1,6 km/h. et par pouce de diamètre à la jante sans qu'elles présentent aucun signe de vibration (pour des roues de 2 m. de diamètre, V = 125 km/h.).

## D. — TOURILLONS MOTEURS D'ACCOUPLLEMENT ET DE CONTRE-MANIVELLES, POULIES D'EXCENTRIQUE

### 1° Tolérances et vérifications (*fig. 101*).

Les tourillons moteurs, d'accouplement ou de contre-manivelles sont rectifiés si la différence maximum entre le plus petit et le plus grand diamètre est de 0,4 mm. A la sortie de l'atelier, cette différence ne doit pas dépasser 0,2 mm. Après rectification, la tolérance est au maximum de 0,1 mm.

Au cours de cette rectification, les congés de raccordement sont conservés à la cote du dessin.

#### a) Rayons des manivelles.

Les rayons des manivelles des tourillons d'accouplement voisins et d'une même côté d'un jeu d'essieux ne doivent différer de plus de 0,5 mm. pour les jeux d'essieux sortant des ateliers, de 0,75 mm. pour les machines en levage et de 1 mm. pour les machines en service.

#### b) Angles de calage des tourillons.

L'angle de calage des deux tourillons moteurs ou d'accouplement d'un essieu ne doit différer de celui des tourillons de l'un quelconque des autres essieux du jeu de plus de :  
10' pour les jeux d'essieux sortant des ateliers et pour les machines en levage, soit 1 mm. au tourillon pour un rayon de 340 mm.

15' pour les machines en service, soit 1,5 mm. au tourillon pour un rayon de 340 mm.

En outre, l'angle de calage des deux tourillons moteurs ou d'accouplement de deux essieux voisins ne doit pas différer de plus de 5' pour les machines sortant de G. R.

Dans le cas d'utilisation d'essieux montés coudés isolés de rechange, ceux-ci sont préparés dans les ateliers avec des tolérances par rapport au dessin égales à la moitié de celles indiquées ci-dessus, soit  $\pm 2,5$  minutes. Les dépôts, au moment de la mise en place, doivent vérifier que l'écart par rapport aux autres essieux accouplés du jeu rentre dans les limites permises.

#### c) Rayons d'excentricité des contre-manivelles et des poulies intérieures.

Pour les jeux d'essieux sortant des ateliers, ces rayons sont mesurés et rectifiés s'ils sont au delà de la tolérance  $\pm 1$  mm. par rapport au dessin. Cette tolérance est portée à :

$\pm 2$  mm. pour les roues de machine en levage.

$\pm 3$  mm. pour les roues de machine en service.

#### d) Longueur des bras de contre-manivelles.

La tolérance sur la longueur des bras de contre-manivelles est de :

$\pm 0,5$  mm. pour les jeux d'essieux sortant des ateliers.

$\pm 1$  mm. pour les machines en levage.

$\pm 1,5$  mm. pour les machines en service.

#### e) Vérification du calage des poulies.

Pour vérifier celles-ci on les assimile à des contre-manivelles (*fig. 101*) en contrôlant L, r ainsi que le rayon de manivelle.

Les tolérances à appliquer à ces trois dimensions sont celles des § *a*, *c*, *d* précédents pour la longueur correspondante.

## 2° Retrait du service.

Les tourillons ou manivelles sont réformés :

a) lorsque leur diamètre est inférieur aux  $9/10$  du diamètre d'origine;

b) lorsque le champignon est réduit à 5 mm. d'épaisseur.

Quand le collet intermédiaire entre les portées de bielle motrice et d'accouplement est réduit à 3 mm., il convient de le supprimer.

Les champignons des tourillons en acier A.56.5.e peuvent être rechargés si le diamètre du tourillon est supérieur de 2 mm. à la cote de réforme.

Lorsque les tourillons sont en acier A.37.5.e cémenté et trempé, la limite d'usure est atteinte lorsque le diamètre est inférieur de 2 mm. à la cote d'origine. L'utilisation de tourillons en acier A.56.5.e est plus économique.

Pour rattraper l'usure du corps de roue provoquée par le frottement du coussinet de bielle, on applique des tourillons à embase côté moyeu ou on effectue la recharge du moyeu par soudure à l'arc.

Les portées de calage sont en principe cylindriques. Le serrage se déduit des formules indiquées au calage des essieux et le graissage est fait dans les mêmes conditions. Il en est de même du recalage avec fourrure.

## 3° Réparations.

### a) Tourillons et contre-manivelles.

Lorsque les angles et rayons indiqués au paragraphe 1° ne sont pas respectés, on y remédie par rectification, à l'aide d'une meule spéciale ou sur une machine spéciale (le tourillon à rectifier étant réglé au centre d'une couronne mobile dont le chariot porte-outil est solidaire), mais il est souvent nécessaire de décaler le ou les tourillons et de réaléser le logement avec enlèvement de métal non concentrique dans l'alésage du corps de roue. Le tourillon est ensuite recalé à la tôle s'il n'est pas réformé pour autres causes.

Si le réalésage pour rectifier l'angle de calage des tourillons est trop grand, on procède au décalage de la roue et au recalage avec reféction des rainures de clavetage.

Ces vérifications effectuées sont consignées sur un état du modèle de la *figure 101*.

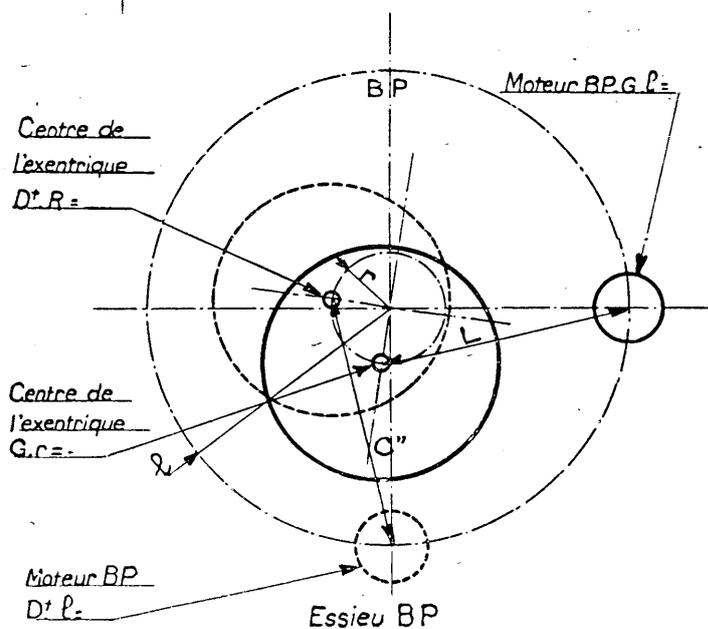
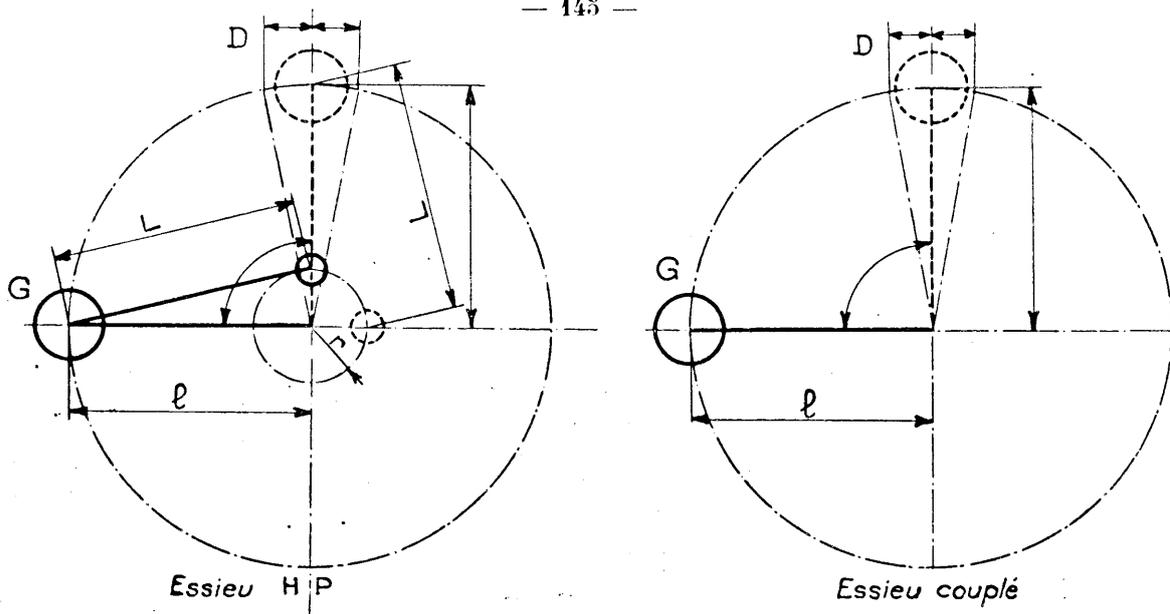
Lorsque la contre-manivelle est faussée (défaut de parallélisme du tourillon moteur et du tourillon de commande de coulisse), le redressage s'opère après chauffe locale.

Dans le cas de contre-manivelle rapportée ébranlée (desserrage des goujons et jeu dans l'encastrement) on recharge les champs de la contre-manivelle par soudure à l'arc et on réajuste (ajustage H8k 8 de la contre-manivelle sur le tourillon avant exécution de la fente et H8 / 8 des boulons dans leur logement).

### b) Poulies d'excentriques.

L'assemblage suivant un joint brisé des deux parties est d'abord assuré sans jeu. Leur alésage est ensuite effectué avec un léger serrage (0,05 mm.).

La clavette doit remplir son logement latéralement dans l'essieu et dans la poulie, l'ajustage sur le fond de son logement dans l'essieu doit être fait au rouge.

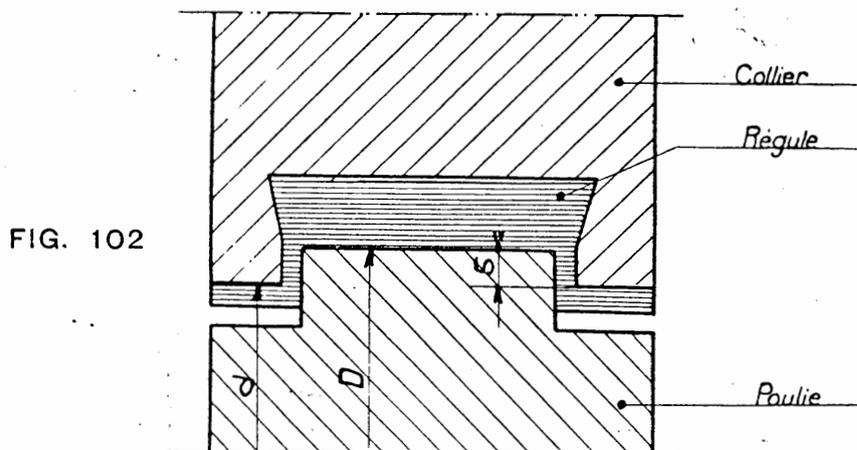


CARACTÉRISTIQUES	BP	HP
Angle de calage des tourillons d'accouplement d'un même essieu		
Rayon des manivelles motrices et d'accouplement ( $\rho$ )		
Longueur de la contre manivelle ( $L$ )		
Rayon d'excentricité ( $r$ )		

FIG. 101

Les goujons ou boulons d'assemblage doivent avoir un jeu maximum de 0,5 mm. Un sondage à la massette permet de s'assurer de la qualité du blocage.

Il y a lieu de vérifier après ajustage définitif l'ovalisation de la portée de la poulie qui



devra être inférieure à 0,5 mm. et que les joues du collier non réglé laissent une garde de 5 mm. par rapport au plus grand diamètre de la poulie (fig. 102).

## E. — BANDAGES

### 1° Maintien normal des bandages en service.

Tout bandage peut être maintenu en service sous les véhicules aussi longtemps :

a) Qu'il ne présente aucune des déficiences ci-après :

— **Bandage lâché**, c'est-à-dire ne présentant plus un serrage suffisant sur la jante, ou dont le cercle agrafe est ébranlé (les bandages sont examinés et sondés au marteau pour reconnaître la solidité de leur fixation sur la jante, l'examen du repère de position du bandage donne une première indication).

— **Boudin tranchant**, c'est-à-dire usé d'une manière telle qu'il présente une arête vive sensible au toucher. La recherche des boudins tranchants peut s'effectuer au moyen du calibre représenté figure 103. Est considéré comme boudin tranchant tout boudin dont l'usure est telle qu'il peut toucher le fond du calibre concernant le profil du boudin considéré.

— **Boudin droit**, c'est-à-dire boudin dont l'usure est telle que l'angle de la face extérieure avec la verticale est inférieure à 14°, ce qui se vérifie avec l'équerre spéciale de l'appareil de la figure 104.

— **Boudin renversé**, c'est-à-dire lorsqu'il est rejeté vers l'intérieur de la roue de telle sorte que sa face intérieure ne se profile plus suivant une droite inclinée vers le rail mais suivant une ligne sensiblement perpendiculaire au plan de roulement et irrégulière (fig. 105).

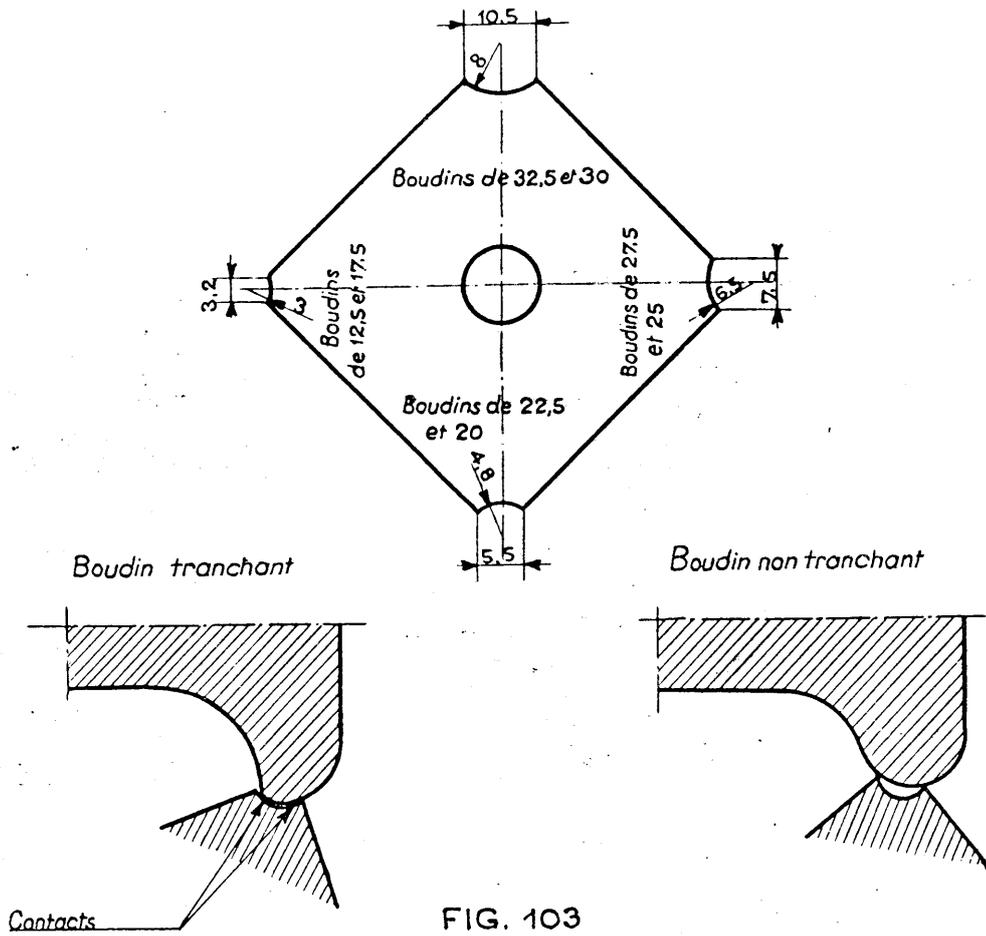


FIG. 103

Expertise - Appareil pour la vérification des bandages

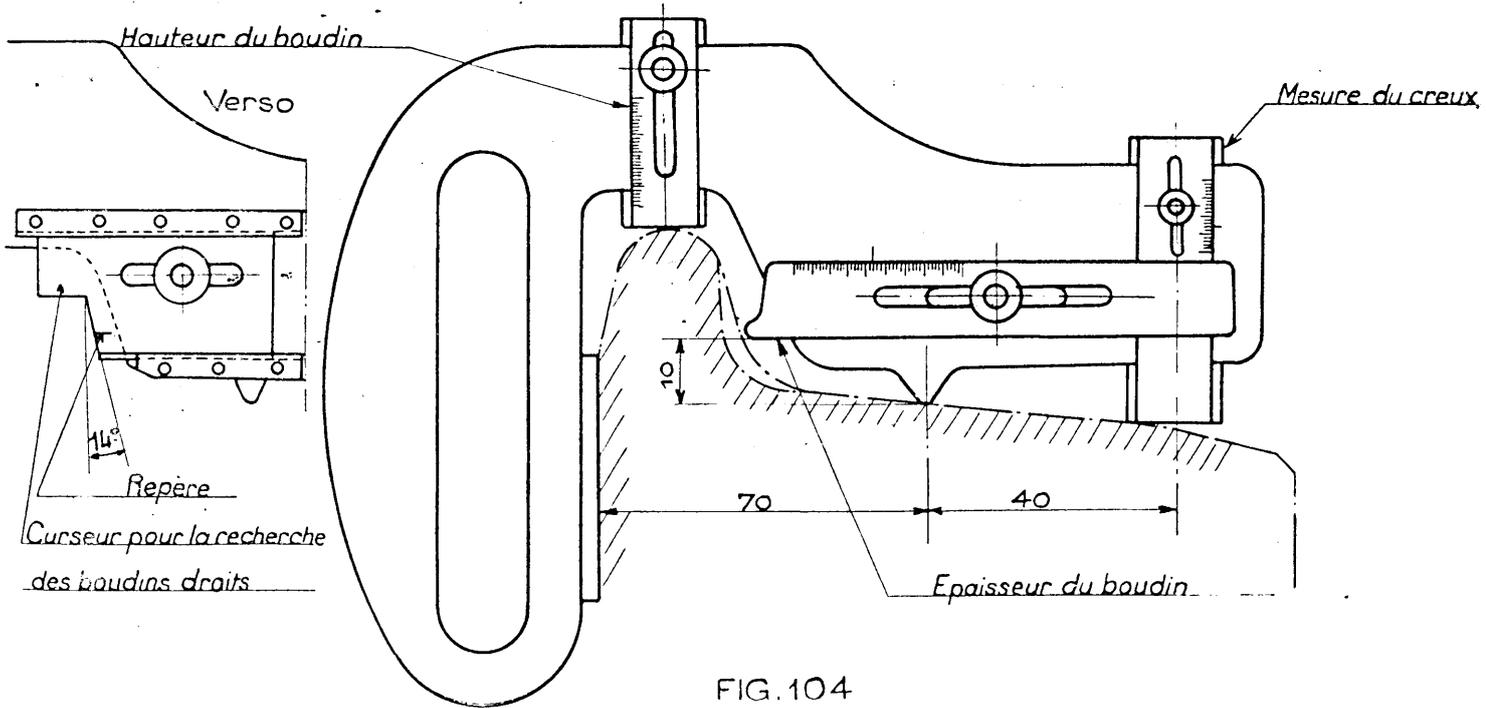


FIG. 104

— **Plat** jugé susceptible de nuire à la bonne tenue des organes de roulement, de suspension ou de timonerie du frein du matériel et à la tenue de la voie. Tout plat de 100 mm. de longueur suivant la circonférence de roulement entraîne le rafraîchissage du bandage. Cette cote ne doit pas dépasser 60 mm. pour les essieux munis de boîtes à rouleaux.

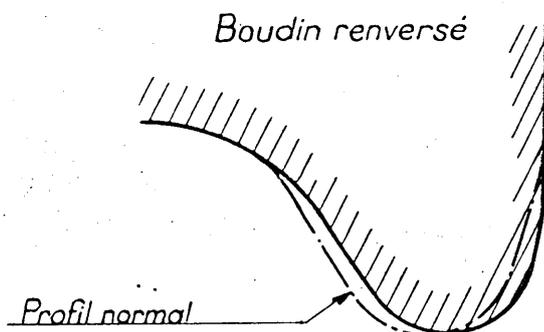


FIG. 105



FIG. 105 quater A

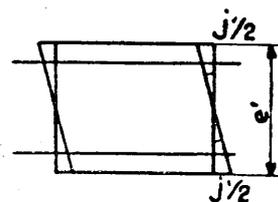


FIG. 105 quater B

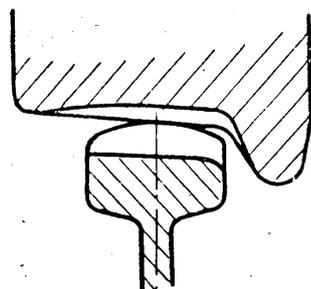


FIG. 105 bis

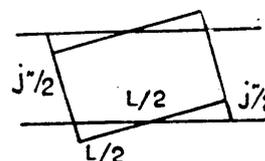


FIG. 105 quater C

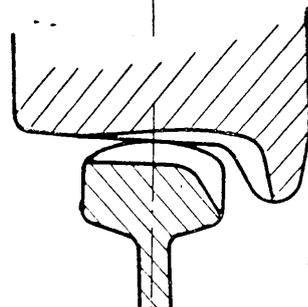


FIG. 105 ter

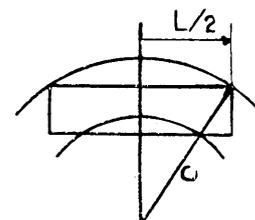


FIG. 105 quater D

— **Bandage pailleux, exfolié, fissuré ou écrasé** présentant une saillie vers l'extérieur supérieure à 6 mm. ou donnant au bandage une largeur supérieure à 150 mm.

Parmi les défauts qui prennent naissance sur la surface extérieure des bandages et qui peuvent présenter des aspects voisins il faut distinguer :

1° **l'usure normale de la surface de roulement**, elle se forme en alignement droit, elle est due au roulement lui-même, à l'insuffisance de dureté du métal, au freinage, à l'effort de traction, au mouvement de lacet (1) (fig. 105 bis). La surface de roulement est alors caractérisée par un « creux » ou usure en cuvette et par un bourrelet de métal situé à l'intersection de la table de roulement et de la face externe du bandage.

(1) Voir tome II, page 183.

2° **L'usure normale des flancs du boudin**, elle se forme sur les lignes sinueuses (1) (*fig. 105 ter*). Les facteurs de cette usure sont :

— la pression latérale du boudin contre le rail, elle dépend de la charge de la roue sur le rail, de la disposition et du nombre des essieux placés sous chaque engin, ainsi que de la vitesse;

— le coefficient de frottement rail-roue, il dépend du degré de rugosité et de l'état de graissage des surfaces en contact (2);

— l'angle d'attaque des roues, il résulte de 4 éléments :

1) le jeu  $j$  de l'essieu monté par rapport à la voie, différence entre l'écartement de la voie, surécartement et usure compris et l'écartement extérieur des bandages, usure comprise, permettant une obliquité :  $\frac{j}{L}$ ;

( $L$  empattement du véhicule entre les essieux extrêmes munis de boudins, voir *figure 105 quater A*);

2) le jeu  $j'$  des boîtes à huile dans les plaques de garde, d'avant en arrière du véhicule, permettant l'obliquité  $\frac{j'}{e}$ ;

( $e'$  écartement des boîtes à huile, voir *figure 105 quater B*). Il s'y ajoute le cas échéant, un faux équerage de montage);

3) le coulissage de la fusée dans le coussinet augmenté du jeu de la boîte à huile dans la plaque de garde, de la droite à la gauche du véhicule, permettant une obliquité  $\frac{j''}{L}$  (voir *figure 105 quater C*).

4) La courbure de la voie, donnant en courbe de rayon  $C$  une obliquité  $\frac{L}{2C}$  (voir *figure 105 quater D*).

Si tous ces jeux s'additionnent à un moment donné, l'obliquité de l'essieu peut prendre une valeur :

$$i = \frac{j + j''}{L} + \frac{j'}{e} + \frac{L}{2C}$$

3° **L'apport de métal du sabot de frein**, constitué par de petites lamelles de fonte laminées à haute température par suite d'un freinage prolongé et qui, dans certains cas, peuvent paraître soudées à la surface de roulement. En général, ces lamelles y sont peu adhérentes et un simple grattage peut les en décoller.

4° **Le méplat**, causé par un ou plusieurs enrayages, qui provoquent une usure locale rapide du métal avec, souvent, refoulement de celui-ci sous forme d'un bourrelet qui s'aplatit et se lamine lorsque le roulement succède à un nouveau glissement.

5° **L'écrasement de métal**, généralement localisé à l'endroit d'un défaut interne : zone poreuse, soufflure, retassure ou même inclusion d'un métal de nature différente de celle du métal du bandage.

6° **L'exfoliation** qui prend naissance sur la surface de roulement du bandage, généralement sur la partie médiane, rarement sur la largeur entière. Au début, elle se présente sous la forme de petites déchirures plus ou moins sinueuses qui s'étendent en se ramifiant et se rejoignent.

Le défaut s'accroissant, ces lamelles se soulèvent ou même s'arrachent, laissant une cavité à la place qu'elles occupaient. Sous l'effort de compression entre rail et bandage, le métal situé à proximité de cette cavité s'écoule, en s'écroutissant fortement, par laminage, vers l'emplacement voisin laissé libre. D'autre part, la présence des cavités provoque des chocs qui augmentent l'effort de martellement exercé sur le métal du bandage. Les déchirures s'accroissent en étendue et en profondeur.

— **Cordon de sertissage de l'agrafe du bandage présentant des fissures locales** dont le développement totalisé est égal ou supérieur à  $\frac{1}{5}$  de la circonférence du fond de gorge ou dont l'une des fissures dépasse 300 mm.

b) **Qu'il satisfait aux conditions suivantes :**

**Épaisseur E** du bandage mesurée au cercle de roulement, supérieure, en règle générale à :

— 60 mm. pour les essieux accouplés des 141 P et 141 R,

— 50 mm. pour les essieux porteurs des 141 P,

— 40 mm. pour les essieux accouplés des autres machines à vapeur modernes,

(1) Un défaut de placement des essieux sous le châssis provoque sur ces essieux une usure anormale des boudins, analogue à celle normale due à la circulation en courbe.

(2) De nombreux systèmes, automatiques ou non, de graissage des boudins ont été essayés ou mis au point (appareils fixes de voie, gicleurs, tampons de feutre frottants, bâtons graisseurs secs, pointeaux). Sur les lignes très sinueuses (SO, Suisse), ce graissage est indispensable, la durée des boudins peut être triplée (50.000 km. au lieu de 16.000 entre tournages).

- 35 mm. pour les essieux accouplés des machines à vapeur anciennes ou assurant normalement un service de manœuvres, pour les essieux porteurs des machines visées aux alinéas ci-dessus et pour les essieux de tenders de capacité supérieure à 12 m<sup>3</sup>.
- 30 mm. pour les essieux porteurs des machines anciennes ou assurant normalement un service de manœuvre et pour les essieux de tenders de capacité inférieure ou égale à 12 m<sup>3</sup>.

Les limites données ci-dessus pour les essieux porteurs doivent être majorées de 5 mm. lorsque ces essieux sont freinés.

L'épaisseur des bandages est mesurée avec le calibre de la *figure 106*.

Pour les roues monobloc, la réforme est prononcée si la surface de roulement atteint la rainure circulaire indiquant la limite d'usure de cette surface (Unité technique § 40 2<sup>e</sup> alinéa).

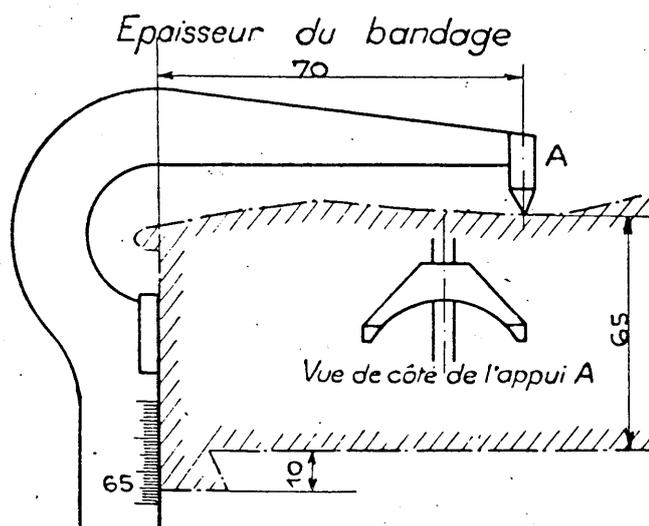


FIG. 106

**Hauteur H** du boudin mesurée à partir du plan de roulement : inférieure à 36 mm. avec un creux inférieur à 5 mm.

L'appareil de vérification utilisé est celui de la *figure 104*.

**Épaisseur B** d'un boudin quelconque mesurée à 10 mm. du plan de roulement :

Profil L. 32.5 d'origine supérieure à	23	} Cette limite est de 25 mm. pour les essieux des locomotives autorisées à circuler à plus de 100 km. à l'heure.
Profil L. 30	23	
Profil L. 27.5	21	
Profil L. 25	19	
Profil L. 22.5	18	
Profil L. 20	17	
Profil L. 17.5	14	
Profil L. 12.5	10	
Profil A et AH	26	

L'appareil utilisé est celui de la *figure 104*.

**Écartement des faces actives** du boudin compris entre 1,426 m. et 1,410 m. pour les profils L. 32,5, L. 20, A et AH.

Cet écartement est mesuré avec l'appareil de la *figure 107*.

**Voile.** Il faut que la mesure de l'écartement des faces internes des bandages effectuée a niveau du rail, au besoin en faisant mouvoir le véhicule, donne lieu à des lectures qui ne diffèrent pas de plus de :

5 mm. pour les roues dont le diamètre au roulement est supérieur ou égal à 1,800 m.

4 mm. pour les roues dont le diamètre est compris entre 1,800 et 1,500 m.

3 mm. pour les roues dont le diamètre est inférieur ou égal à 1,500 m.

étant entendu que la valeur absolue de cet écartement reste comprises en 1,357 m. et 1,363 m.

Si les limites ci-dessus sont dépassées, il y a lieu de descendre l'essieu et de mesurer les cotes d'écartement aux mêmes points que précédemment, au niveau du rail, les roues repo-

### Appareil pour la mesure de l'écartement extérieur et de l'épaisseur des boudins

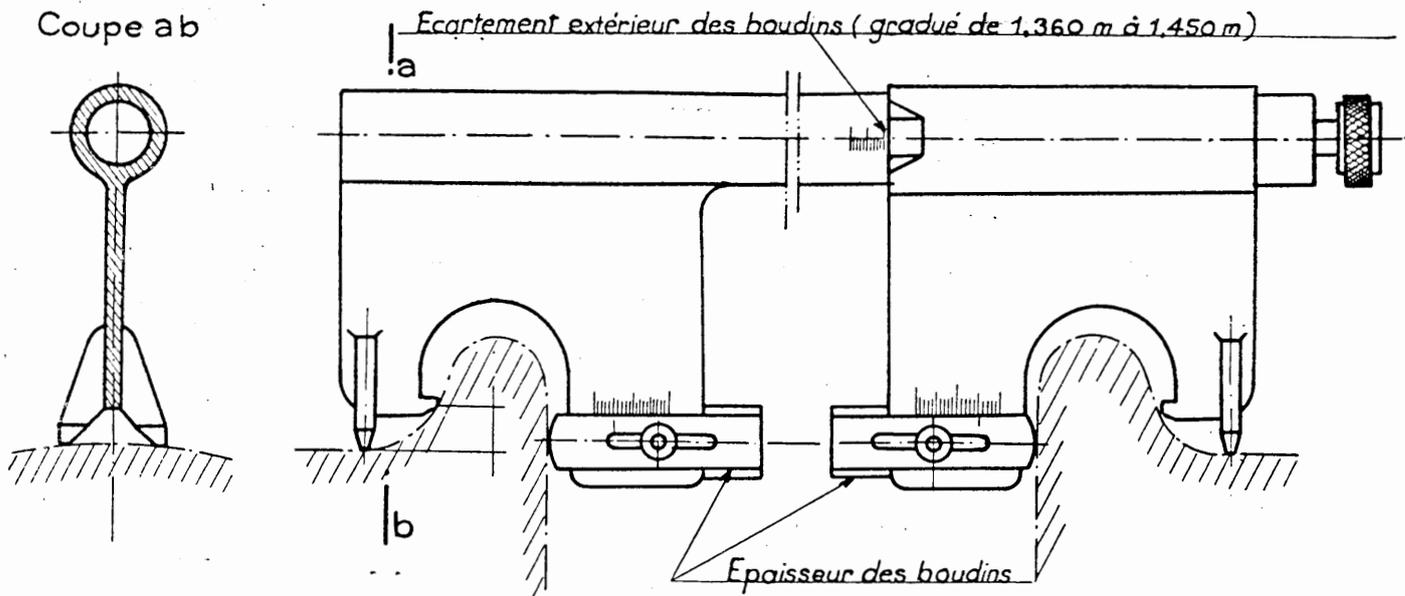


FIG. 107

sant librement sur la voie. Si la différence entre les nouvelles cotes maxima et minima n'atteint pas :

4 mm. pour la limite de 5 sous charge,

3 mm. pour la limite de 4 sous charge,

2 mm. pour la limite de 3 sous charge.

l'essieu peut être remis en service, à condition, toutefois que le « voile » de chacun des bandages n'atteigne pas 1,5 mm., ce qui doit être vérifié en montant l'essieu entre pointes.

Cette valeur est portée à 2 mm. pour les essieux porteurs de locomotives ou tenders.

Si le voile est inférieur à 2 mm., il convient, soit de rafraîchir légèrement les bandages, soit de redresser la roue à la presse, dans un atelier spécialisé.

Si le voile est supérieur à 2 mm., il convient (travaux d'ateliers spécialisés) :

— soit de redresser la roue avec ou sans désembattage,

— soit de rectifier l'alésage de la roue et de recalcr à la tôle si l'essieu n'est pas faussé,

— soit de redresser l'essieu.

Dès que l'une des conditions 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> ci-dessus cesse d'être remplie, les essieux doivent être retirés du service pour faire l'objet de l'une des deux mesures suivantes :

- Rafraîchissage des bandages ou des jantes des roues monobloes.
- Retrait définitif et remplacement des bandages ou des roues monobloes (ateliers).

## 2<sup>o</sup> Considérations sur les causes des déraillements.

Nous avons parlé, au tome II (chapitre VIII, § B 1<sup>o</sup>) des conditions à remplir de construction pour qu'un déraillement provoqué par un effort horizontal du boudin sur le rail n'ait pas lieu, ceci dans le cas d'un angle d'attaque positif (la roue tendant à monter sur le rail) et de profils théoriques non usés du bandage et du rail.

Les déraillements sont le plus souvent la conséquence de formes vicieuses des bandages

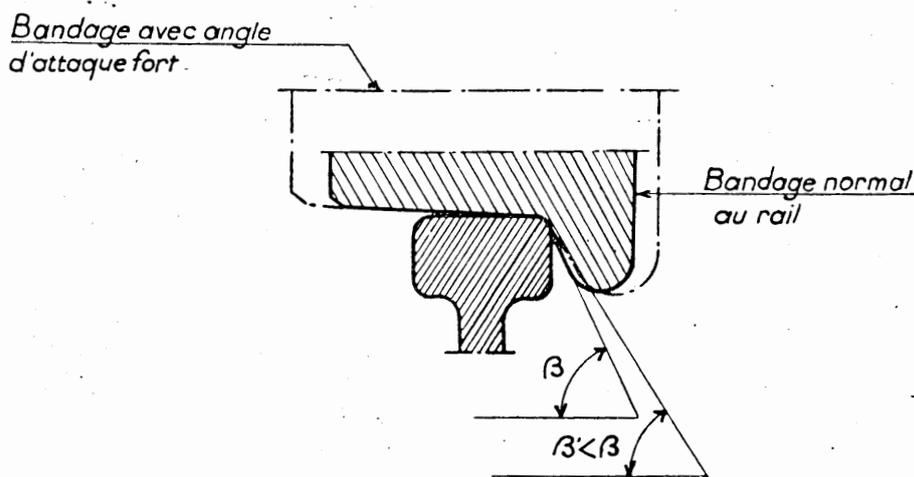


FIG. 108

et appareils de voie. Nous parlerons ci-après de l'influence des boudins droits, tranchants et des circonstances de déraillements sur les aiguilles entrebaillées.

### a) Profil unifié du boudin et effets du boudin droit.

Des recherches approfondies ont été faites dans le passé pour déterminer la meilleure forme de boudin. On est arrivé au profil représenté *figure 39* (tome II) (essieu normal au rail) : il y a d'abord un cercle concave de 15 mm. de rayon, puis une partie droite faisant un angle  $\beta$  de 70° avec l'horizontale, puis un cercle convexe de 13,6 mm. de rayon ; enfin un chanfrein en ligne droite incliné de 1/5 sur la verticale pour faciliter l'entrée du bandage dans les contre-rails. La section du rail affecte à peu près la forme d'un rectangle, à coins arrondis dont le rayon de courbure (13 mm.) est inférieur à celui de l'arrondi intérieur du bandage (15 mm.) ; la surface du haut du rail est très légèrement bombée ; de plus, les rails sont inclinés vers l'intérieur suivant un angle avec la verticale à peu près égal à celui que fait la conicité des bandages avec l'horizontale.

Ce profil du bandage permet d'abord de n'avoir qu'un seul point de contact entre le boudin et le rail même avec l'obliquité de l'essieu (1). Dès lors le frottement est réduit au

(1) Voir article de M. Bouteloup dans le numéro d'octobre 1947 de la *Rev. Gale des Ch. de fer* sur l'étude géométrique par la méthode des enveloppes du contact rail-roue. Il donne une méthode simple et complète permettant de connaître tous les éléments possibles du 2<sup>e</sup> contact rail-roue susceptible de se produire géométriquement en avant ou en arrière de l'appui principal de la roue (1<sup>er</sup> contact), la position sur le rail de ce second contact et son inclinaison.

minimum et la roue ne peut dérailler que si le boudin monte en roulant sur le rail. S'il n'y a pas d'effort latéral du boudin sur le rail le point de contact est au sommet du rail; s'il survient un effort latéral, le point de contact arrive dans l'arrondi intérieur du bandage qui se soulève légèrement (*fig. 108*); puis à mesure que l'effort latéral augmente le boudin continue à se rapprocher du rail, sans que le point de contact dépasse vers le bas la partie active du boudin située à 10 mm. au-dessous du plan de roulement, sauf en cas de déraillement.

Ce profil de bandage raccourcit, d'autre part, le plus possible la distance entre le point de contact du boudin avec le rail et le plan vertical passant par l'axe de l'essieu, avec la plus grande obliquité possible de l'essieu, sans donner cependant à l'angle  $\beta$  une valeur trop faible.

Ce point de contact (*b*) (*fig. 109*) est en effet d'autant plus en avant du plan vertical de trace *xy* que sont plus grands l'angle  $\alpha$  de cisaillement et l'angle  $\beta$  (la limite admise de  $\beta$  dans le cas d'un boudin droit est  $76^\circ$ ). Lorsque le point (*b*) est reporté très avant du plan vertical passant par l'axe de l'essieu, le chemin parcouru par le frottement du boudin sur le rail est considérablement accru, d'où une plus grande résistance à la traction dans les courbes de faible rayon; le rail est fatigué, il se détériore, ce qui augmente le coefficient de frottement et par suite la tendance au déraillement.

Si l'angle  $\beta$  était inférieur à  $70^\circ$ , on diminuerait davantage la résistance à la traction mais on augmenterait trop la tendance au déraillement; ceci résulte nettement de la formule du chapitre VIII (tome II) (§ B 1<sup>o</sup>) donnant la valeur du rapport de l'effort horizontal du boudin sur le rail à l'effort vertical exercé par la roue sur le rail. Remarquons que cet angle  $\beta$  de la section du boudin normale au rail diminue quand l'angle d'attaque est un peu fort, la tangente au point de contact commun étant plus faible que lorsque l'essieu est normal au rail (*fig. 108*).

En résumé, quand la partie active d'un boudin se rapproche de la verticale, on diminue théoriquement la tendance au déraillement si l'essieu est normal au rail, mais on augmente

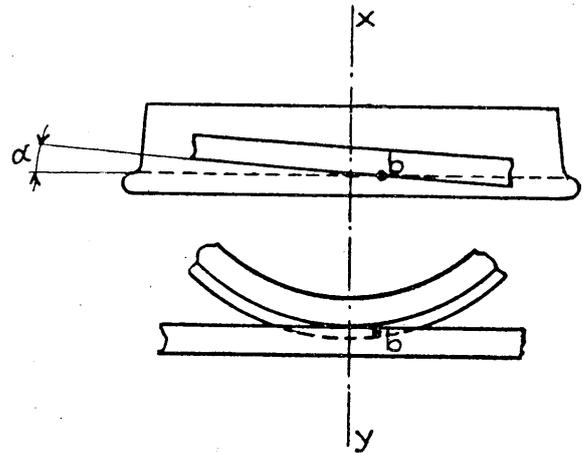


FIG. 109

considérablement la résistance en courbe quand l'essieu est légèrement oblique par rapport au rail. Quand on augmente l'obliquité de cette partie active c'est l'inverse. Le boudin unifié avec  $\beta = 70^\circ$  tient le juste milieu.

Il résulte de ces considérations, que la déformation du boudin usé en service (boudin droit) a une influence très nuisible sur l'effort de traction et l'usure réciproque du rail et du bandage, car il existe deux ou plusieurs points de contact (1), mais que cette influence est

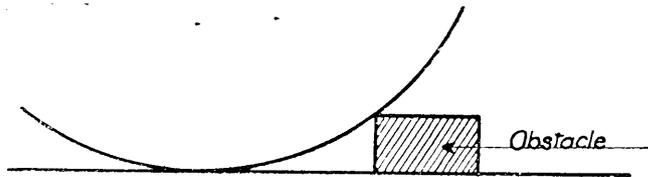


FIG. 110

pratiquement négligeable sur la tendance aux déraillements sauf, bien entendu, si la voie présente des anomalies.

### b) Boudins tranchants.

Quand la machine attaque une aiguille en pointe, la roue rencontre à la pointe de l'aiguille un obstacle à la fois horizontal et vertical, si elle est appuyée contre le rail à ce

(1) Le bandage s'use beaucoup plus vite que le rail : s'il a, par exemple, 3 m. de tour, chaque point du bandage reçoit plus de 300 contacts (chacun étant comme un coup de lime qui l'use) par km. parcouru et plus de 60.000 contacts dans un parcours journalier de 200 km. Par contre, un rail de voie fréquentée, recevant en 24 heures, 30 trains de 100 essieux ne reçoit que 3.000 contacts.

moment (1). Il en est de même à certains points de voie défectueux où un rail est mal relié au précédent, en faisant saillie. Dans ces différents cas, il peut arriver en ces points spéciaux que le boudin s'appuie sur l'obstacle à la manière de la *figure 110*. Il s'y appuiera d'autant mieux que l'aiguille sera anormalement entrebaillée ou que la face active du boudin présentera une arête mordante (boudin tranchant). Alors, la roue se soulève par l'arrière en pivotant autour du point de contact avant de l'arête du boudin qui s'incruste. La roue tend à dérailler en roulant sans glisser ni dévier par l'arête du boudin sur l'obstacle fuyant de la pointe d'aiguille.

D'autre part, il y a lieu de remarquer que dans les branchements et traversées-jonctions, il y a, au croisement un point spécial (axe AB de la *figure 111*) où l'essieu serait libre de dérailler s'il n'était pas maintenu par un contre-rail, le déraillement se ferait alors non pas en dehors, mais en dedans. Une roue à boudin tranchant qui traverse le cœur, insuffisamment guidée par la roue de l'extrémité opposée de l'essieu dont le boudin s'engage entre le rail de la voie et le contre-rail, peut gravir la pointe de cœur et continuer d'y rouler si l'insuffisance de guidage se poursuit pendant la traversée du croisement.

Un boudin tranchant est donc dangereux conjointement avec un défaut de voie ou d'appareil.

Dans les traversées-jonction double, il y a aussi dans l'axe de symétrie de l'appareil un point spécial (axe CD de la *figure 111*) où l'essieu serait aussi libre de dérailler s'il n'était pas, d'une part, guidé par un contre-rail coudé surélevé et d'autre part, empêché, par sa liaison au châssis du véhicule, de pivoter (2).

On voit d'après la *figure 112* que le boudin d'une roue isolée abordant un croisement ne doit jamais quitter le coude C surélevé du contre-rail avant d'être engagé entre le rail coudé et la pointe (t) du croisement; cette condition est nécessaire pour que la roue soit guidée pendant toute la traversée du croisement, si elle n'est pas remplie, la roue peut contourner la pointe (t) et dérailler. On démontre qu'il doit exister, pour un croisement satisfaisant à cette condition, la relation suivante :

$$(d - h) (b + h) = (l - \sqrt{db + b^2})^2$$

entre :

- d) le diamètre de la roue au roulement,
- b) la hauteur ou approximativement la saillie du boudin,
- l) la distance du coude du contre-rail à la pointe,
- h) la surélévation du contre-rail (3).

### c) Entrebaïllement des aiguilles.

La *figure 113* représente un aiguillage disposé pour la direction de droite, la lame de gauche étant entrebaillée. Suivant l'importance de cet entrebaïllement (*fig. 114*) on voit :

1° que si l'entrebaïllement est inférieur à ( $d_1$ ) la pointe de l'aiguille n'est pas touchée et il ne peut y avoir déraillement;

2° que si l'entre-baïllement varie de  $d_1$  à  $d_2$ , l'aiguille est mouchée, il peut y avoir dérail-

(1) Pour guider sans heurt les véhicules vers une voie ou vers l'autre, les lames d'aiguilles devraient être extrêmement longues et effilées et raccorder tangentiellement les tracés. De telles lames seraient excessivement fragiles et difficiles à construire. Pratiquement, les deux tracés au lieu d'être exactement tangents ne peuvent être raccordés à la pointe de l'aiguille que suivant un angle (l'angle de déviation) plus ou moins grand, suivant le degré de perfection de l'appareil. Les aiguillages de types anciens, constitués par des aiguilles courtes (3 à 6 m. environ), offrent un angle de déviation important (1°, 20' à 3°) et le choc qui en résulte oblige à limiter la vitesse au passage sur l'appareil. De plus, la liaison du talon de ces lames courtes au rail courant doit réaliser une articulation, qui de ce fait, se disloque rapidement au passage des roues. Les lames d'aiguille des appareils unifiés sont maintenant très longues (9 et 12 m.) et les progrès réalisés dans leur usinage permettent d'obtenir à la fois un angle de déviation très faible (25'), une courbe de raccordement correcte et une meilleure protection contre les déraillements par entrebaïllement, grâce à l'encastrement allongé de la pointe d'aiguille sous le champignon du rail auquel elle est accolée (voir § e suivant). Il faut cependant signaler que les lames longues et flexibles des appareils unifiés constituées par rabotage de rail à âme mince (par suite de pénurie de rail à âme épaisse de 29 mm.), ne résistent pas au talonnage.

(2) Voir *Revue Gale des Ch. de fer* numéro déc. 1934, la théorie des croisements et traversées.

(3) Rappelons que dans certaines conditions d'usure des bandages et des rails, le contrepoids des roues des machines 140 B provoqua autrefois des incidents. Ce contrepoids lorsqu'il se trouvait à son point bas, l'essieu étant au-dessus de l'appareil montait sur le contre-rail en soulevant l'essieu de 12 mm. environ dans les plus mauvais cas.

*Plan de pose d'une traversée double*

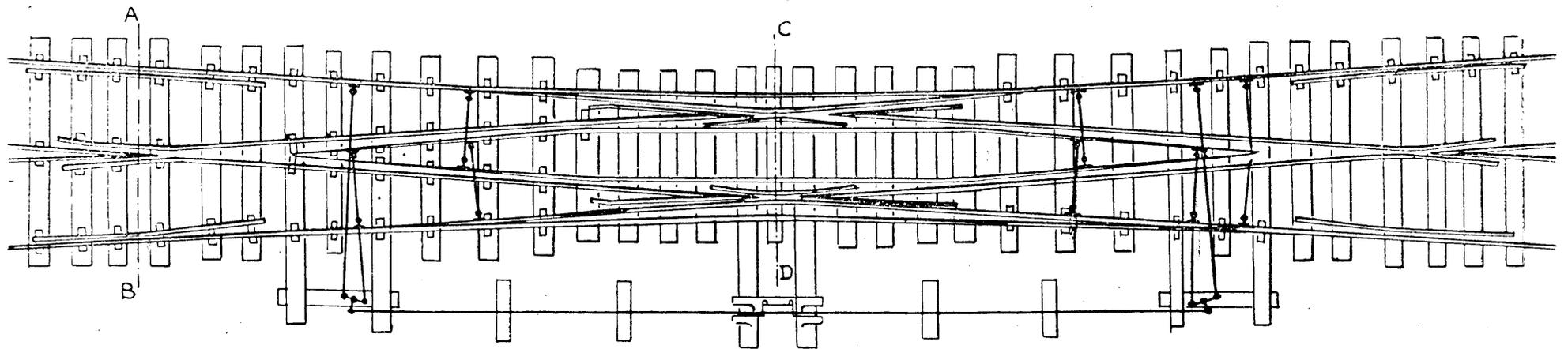


FIG. 111

lement, soit que le boudin monte sur la lame, soit que cette dernière soit écartée vers la droite du rail contre-aiguille;

3° que si l'entre-bâillement est supérieur à  $d_2$ , la roue s'engage sur la mauvaise voie.

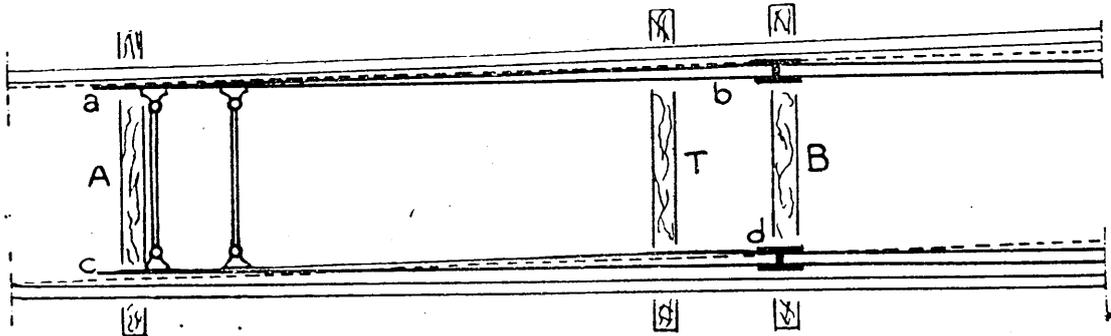


FIG. 113

Ceci suppose d'abord que la roue gauche s'appuie sur le rail, si au contraire, c'était la roue de droite les cotes ( $d_1$ ) et ( $d_2$ ) devraient être majorées du jeu latéral de l'essieu dans la voie (12 mm.). On conclut de là :

1° qu'il ne peut y avoir déraillement si l'entre-bâillement est inférieur à ( $d_1$ );

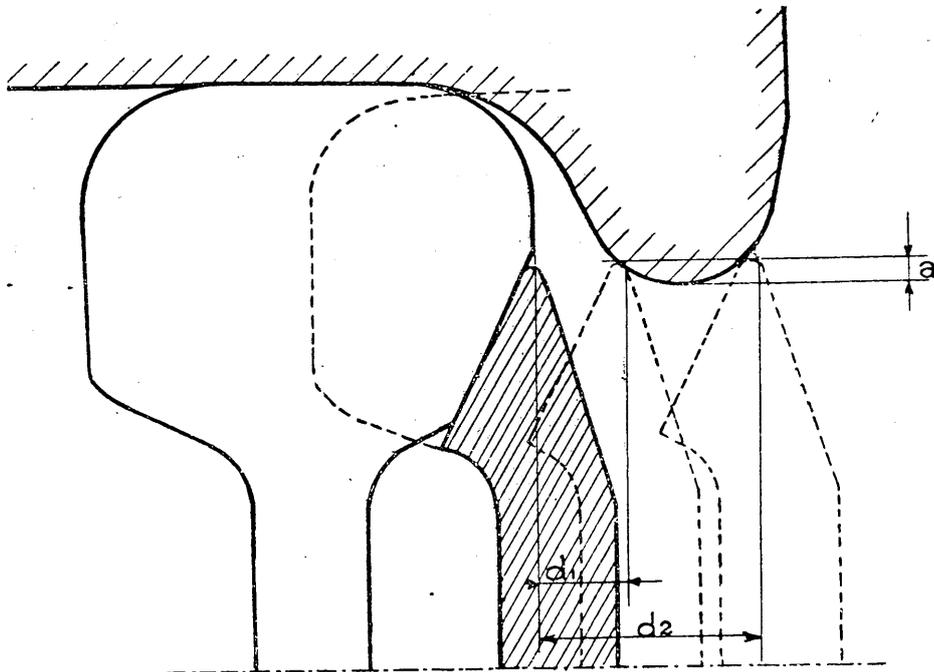
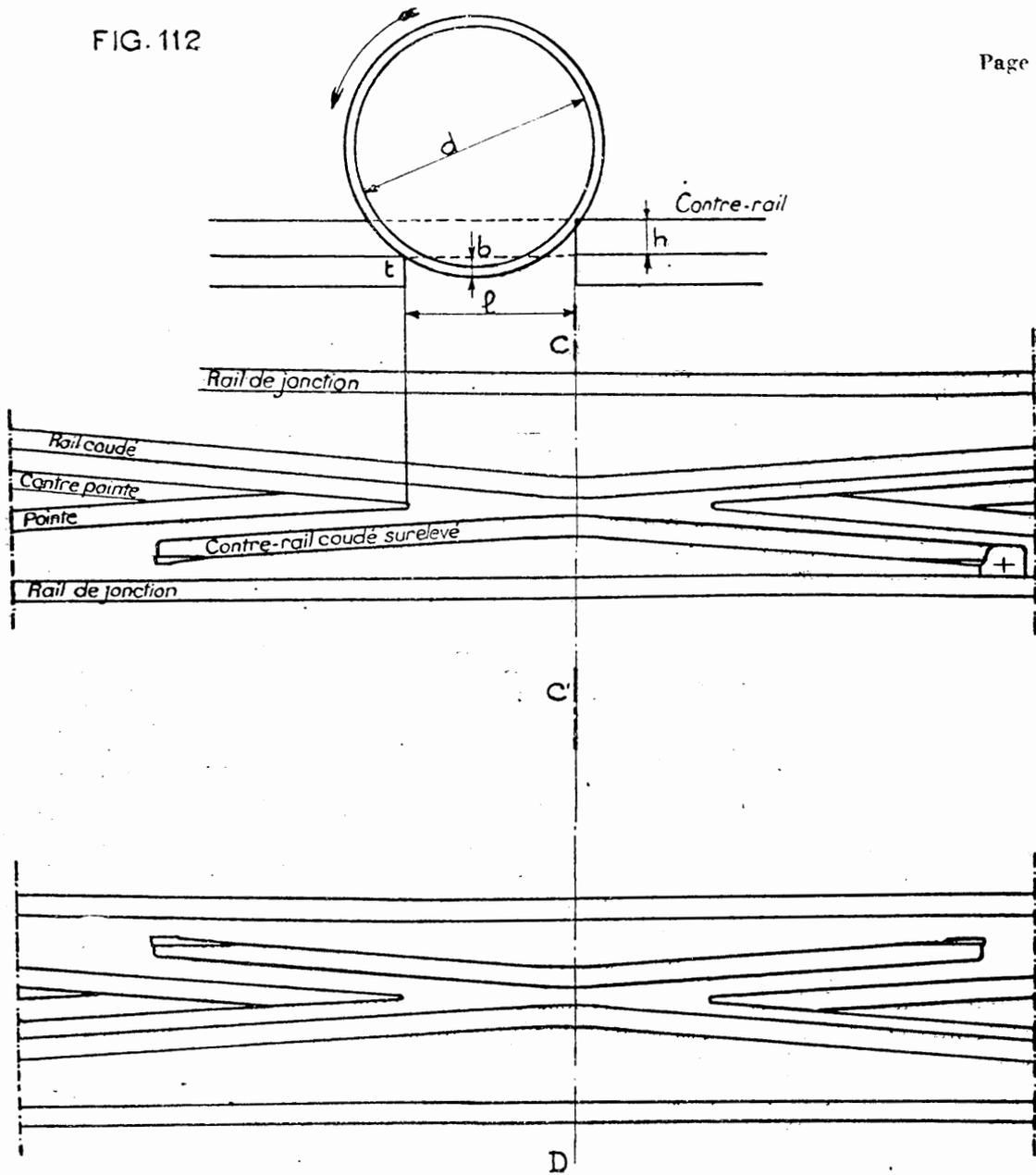


FIG. 114

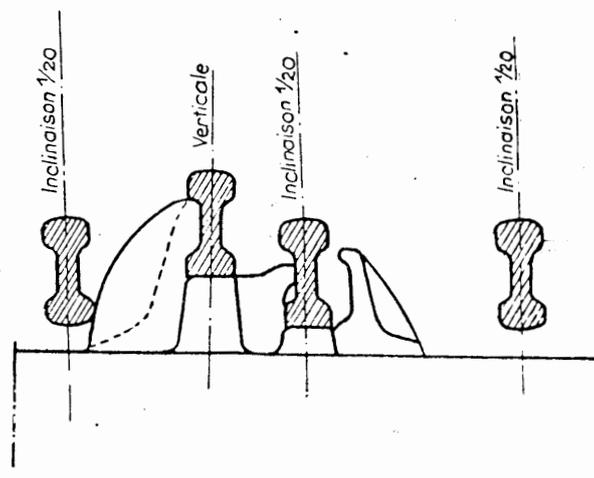
2° qu'il y a toujours déraillement si l'entre-bâillement est supérieur à ( $d_2 +$  jeu latéral de l'essieu);

3° qu'entre ces deux positions il y a possibilité de choc du boudin sur l'aiguille et possibilité de déraillement.

Ceci suppose ensuite des bandages et rails neufs, mais l'usure des uns et des autres a pour



Coupe par C C'



effet principal d'augmenter la distance ( $a$ ) entre le dessus de la pointe de l'aiguille et le dessous du boudin des roues; et cette usure est favorable sauf dans le cas d'une usure anormale de la face latérale active du boudin.

Revenons à la *figure 113* en admettant que les deux roues s'engagent dans l'ornière formée par les lames et les rails voisins en suivant le chemin représenté par un trait pointillé (la distance de ces deux traits représentant l'écartement de 1 m. 359 des plans intérieurs des bandages). Il est impossible aux roues de se maintenir dans ces ornières, parce qu'au talon des aiguilles leur écart minimum (1 m. 440) est supérieur à 1 m. 359. Trois cas peuvent se présenter :

*Premier cas* : L'aiguille  $ab$  cède en fléchissant sous la pression de la roue de gauche jusqu'au moment où le boudin, mordant dans l'acier, monte sur l'aiguille. L'essieu se retrouve sur la voie de droite sans déraillement.

*Deuxième cas* : L'aiguille  $ab$  présentant une rigidité supérieure à celle de l'aiguille  $cd$ , c'est la roue de droite qui monte sur la lame ou la renverse. L'essieu se retrouve sur la voie de droite sans déraillement.

*Troisième cas* : Les aiguilles  $ab$  et  $cd$  cèdent toutes deux à la pression des roues qui restent dans les ornières, les élargissent en repoussant vers l'intérieur les aiguilles et les rails suivants, jusqu'au moment où l'écartement des rails extérieurs devenant plus grand que celui extérieur des bandages, le déraillement se produit.

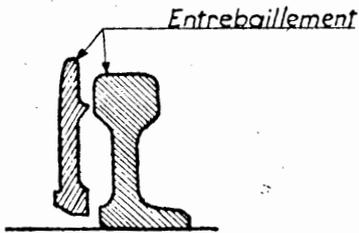


FIG. 115

Ce troisième cas se rencontre presque toujours lorsque les roues pénétrant dans l'entrebaillement sont celles d'une machine.

Dans une rame de plusieurs véhicules, on peut, au contraire, observer des essieux obéissant aux trois sollicitations différentes ci-dessus : essieux dérailés précédés ou suivis d'essieux restés sur rails.

Les causes les plus communes d'entre-baillement d'aiguilles sont :

- la présence d'un obstacle insolite interposé entre une lame d'aiguille et le rail voisin,
- une manœuvre défectueuse des leviers d'aiguille lorsque l'appareil est dépourvu de contrôle,
- un défaut d'entretien ou de réglage de l'appareil. Si, par exemple, la traverse B qui supporte le talon de l'aiguille s'enfonce sous le poids d'un essieu et que les autres traverses situées entre B et A résistent, il se produit sur la plus rapprochée de B, T par exemple, un mouvement de bascule qui tend à faire relever la pointe de l'aiguille. Tout en se relevant (*fig. 115*) elle s'écarte du rail.

Les efforts de bandage d'une part, les réactions de la voie d'autre part, pouvant être d'ordre et d'intensité très divers, il peut en résulter des variations nombreuses dans les caractéristiques du déraillement. En voici quelques-unes :

- roues voilées,
- tringlès d'écartement des aiguilles forcés,
- lame d'aiguille tordue,
- éclisses tordues ou brisées,
- traces de compression sur les faces internes des aiguilles et sur le champignon du rail,
- pointe d'aiguilles mouchées.

Bien entendu, tous ces caractères peuvent se retrouver dans le même accident.

### 3<sup>o</sup> Rafraîchissage des bandages.

Pour fixer les parcours de levage (machines à vapeur), il a été tenu compte de l'usure au roulement des bandages. Ces parcours doivent être normalement réalisés sans que les conditions de retrait soient atteintes.

Ces opérations périodiques (levage ou RG) sont donc essentiellement caractérisées par le rafraîchissage de l'ensemble des bandages de la garniture d'essieux de la machine.

Exceptionnellement les bandages des roues porteuses peuvent être rafraîchis en cours de service s'ils ne répondent plus aux conditions fixées.

Le rafraîchissage n'est exécuté que si la solidité de la fixation du bandage sur la jante présente toute garantie, et si, après rafraîchissage, il reste au cercle de roulement une épaisseur égale ou supérieure à celle fixée par un tableau.

#### a) Influence de l'usure du bandage sur son mode de rectification.

L'usure de la partie centrale de la surface de roulement entraîne des enlèvements de matière beaucoup moins grands que la suppression des méplats et de l'usure des boudins.

Pour rectifier la seule surface de roulement du profil usé de la *figure 116*, il suffirait de rafraîchir à un diamètre  $D$  au cercle de roulement. L'usure du congé du boudin ne s'en trouverait toutefois pas supprimé, il subsisterait encore une usure de la profondeur ( $s$ ). Pour la supprimer, il faut encore réduire l'épaisseur du bandage d'une quantité ( $2s$ ), donc le diamètre du cercle de roulement d'une quantité ( $4s$ ).

On s'est efforcé de réduire, sur certains types de machine courtes (030) ou longues (050 de manœuvres) devant circuler fréquemment dans les courbes de faible rayon, cette usure des boudins des essieux extrêmes par un graissage ou arrosage à l'eau. On s'est efforcé aussi de réduire les effets nuisibles de cette usure sur les pertes au tour (1).

L'utilisation de carbures métalliques spéciaux en place d'acier rapide permet de tailler dans la partie écrouie sans la faire disparaître entièrement, donc de conserver une zone précieuse de haute résistance à l'usure et d'éviter de faire pénétrer l'outil en dessous de cette zone où il enlève des copeaux épais : Chaque fois qu'il n'y a pas de défaut de surface à éliminer on tolère un creux maximum de la table de roulement de 1 mm. après tournage des parties voisines; dans le cas d'un bandage ayant un cercle de roulement présentant une usure inégale, ce creux n'existera que sur une partie de la périphérie.

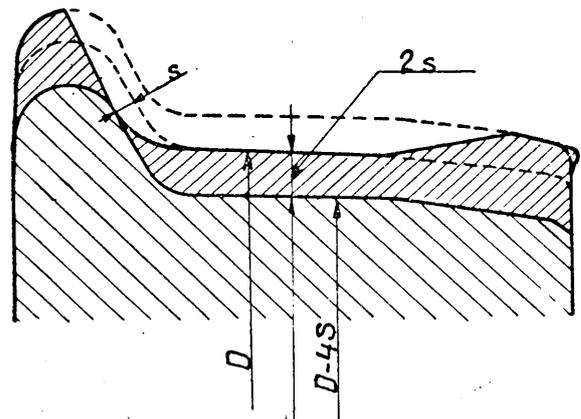


FIG. 116

#### b) Conditions d'usinage.

*Premier cas* : Profils L 32,5-L 30.

1° L'usinage de la table de roulement doit être effectué en tenant compte des tolérances suivantes :

— La différence des diamètres moyens de deux bandages d'un même essieu ne doit pas dépasser 1 mm. après tournage. Pour un jeu d'essieux accouplés, les diamètres moyens de deux bandages quelconques du jeu ne doivent pas différer de plus d'un millimètre (2).

— Le faux rond du bandage après tournage ne doit pas dépasser 1 mm.

(1) La Reichbahn en particulier utilise depuis 1927 la soudure des boudins si la nature du métal et du véhicule la permettent (ce n'est pas le cas des locomotives). Des cordons de soudure sont déposés en spirale autour du bourrage dans le congé usé au moyen de grandes machines électriques automatiques.

(2) Une surépaisseur de 0,5 mm. est autorisée pour les essieux moteurs principaux afin de réduire au minimum l'écart maximum d'usure, constatée entre les bandages de ces essieux et ceux des autres essieux accouplés.

2° La partie externe du bandage à la conicité de 15 % est usinée de façon que l'arête du raccordement avec la table de roulement soit rétablie à sa place normale, par rapport au cercle de roulement, le chanfrein à 45° est ensuite exécuté.

3° La face interne du bandage doit être dressée pour rattraper le léger voile éventuel en laissant subsister un témoin d'un développement maximum de 1/4 de cercle et doit être usinée pour former le contour interne du boudin, de façon que la pente à 20 % coupe la face dressée suivant une circonférence de diamètre supérieur de 20 mm. au diamètre du cercle de roulement (10 mm. sur le rayon).

L'écartement des deux faces internes doit rester dans la tolérance 1359  $\left\{ \begin{array}{l} +4 \\ -1 \end{array} \right.$  mm., le voile de chaque bandage ne doit pas être supérieur à 1 mm.

NOTA. — Dans le cas de profilage de bandages neufs, l'écartement des faces intérieures des bandages doit être compris entre 1.359 mm. + 2 et 1.359 mm. + 0. Les bandages doivent être dressés sur toutes leurs faces intérieures pour servir de référence lors des vérifications ultérieures du voile.

4° L'usinage de la face active des boudins est effectué en déplaçant la courbure du profil type, parallèlement à la table de roulement, de manière à réaliser, qu'il s'agisse d'essieux porteurs ou accouplés, un écartement minimum de :

1.418 mm. pour les machines autorisées à circuler à une vitesse supérieure à 100 km/h.

1.415 mm. pour les autres machines et tous les tenders.

L'épaisseur réelle des deux boudins d'un même essieu ne doit pas différer de plus de 2 mm. et doit se rapprocher le plus possible du boudin le plus usé avant rafraîchissage.

La différence d'épaisseur est réduite à 0,5 mm. s'il s'agit de bandages neufs ou qui ont été complètement reprofilés.

L'arrondi concave raccordant la face active avec la table de roulement peut présenter des parties laissées intactes à condition qu'aucune arête vive n'existe au contour de ces parties.

Il convient d'abattre l'angle vif formé sur le sommet du boudin par les deux profils réalisés, avec un outil concave de 13,6 de rayon.

La hauteur du boudin obtenu, mesurée par rapport au cercle de roulement doit être comprise entre 28,5 et 30 mm.

Il est recommandé de se rapprocher du minimum de 28,5 sans, bien entendu, descendre en dessous.

La vérification est effectuée à l'aide de calibres.

*Deuxième cas* : Profils à boudins réduits.

Les bandages sont rafraîchis comme indiqué au premier cas, de façon à obtenir au minimum un écartement des faces actives des boudins de :

1.412 mm. pour le profil L 27,5,

1.407 mm. pour le profil L 25,

1.402 mm. pour le profil L 22,5.

Les bandages ayant des boudins aux profils L 20-L 17,5 et L 12,5 sont rafraîchis au profil d'origine et vérifiés à l'aide de calibres.

### c) Méthodes de rafraîchissage.

Les opérations élémentaires d'usinage qui peuvent être toutes ou certaines seulement effectuées successivement dans un rafraîchissage sont les suivantes :

**A** Dresser de la face interne des bandages (*fig. 117*) avec une lame spéciale.

**B** Faire une rainure sur le cercle de roulement pour rattraper le faux-rond et la différence de diamètre des deux bandages ou pour faire disparaître les défauts de surface (*fig. 117*). Conserver des témoins aussi étendus que possible des anciennes tables de roulement.

**C** Charioter le chanfrein et la table de roulement suivant la pente de 5 % avec le même outil placé au repère de profondeur obtenu dans la rainure centrale (*fig. 118*).

**D** Charioter le sommet du boudin pour lui donner une hauteur de 30 mm. par rapport au cercle de roulement (*fig. 118*).

**E** Profiler la face interne du boudin à l'aide d'une lame à forme spéciale (*fig. 119*).

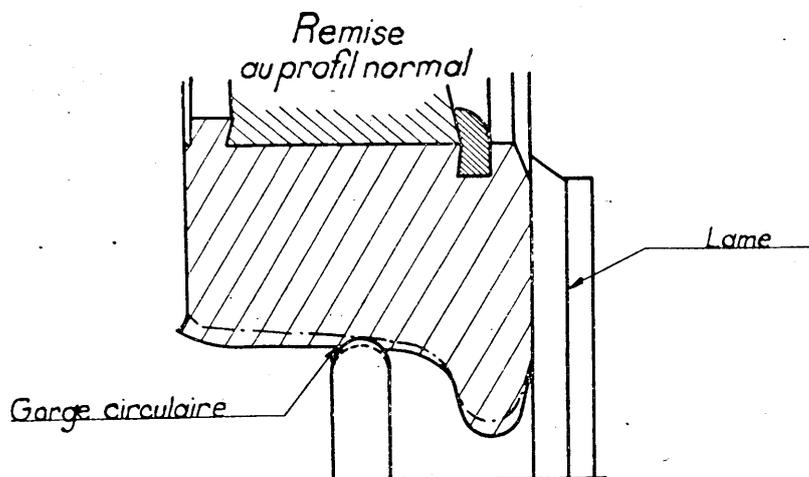


FIG. 117

**F** Profiler la face externe du boudin à l'aide de la même lame que l'on recule puis déplace latéralement de quelques mm.

S'efforcer de laisser un témoin de la face latérale de l'ancien boudin (*fig. 120*).

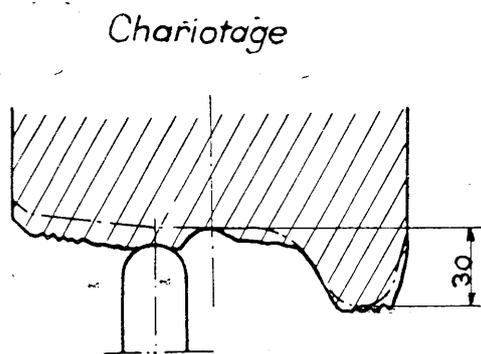


FIG. 118

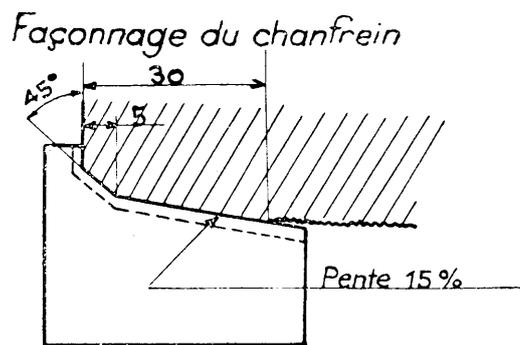


FIG. 122

**G** Abattre l'arête du sommet du boudin à l'aide de la même lame (*fig. 121*).

NOTA. — Si les boudins des bandages bruts ont une épaisseur suffisante les trois opérations précédentes E, F, G peuvent être confondues en une seule.

**H** Lamer la pente de la fin de table et du chanfrein avec une lame affûtée au profil (*fig. 122*).

Façonnage d'un boudin usé  
aux profils L 32,5 - A et AH

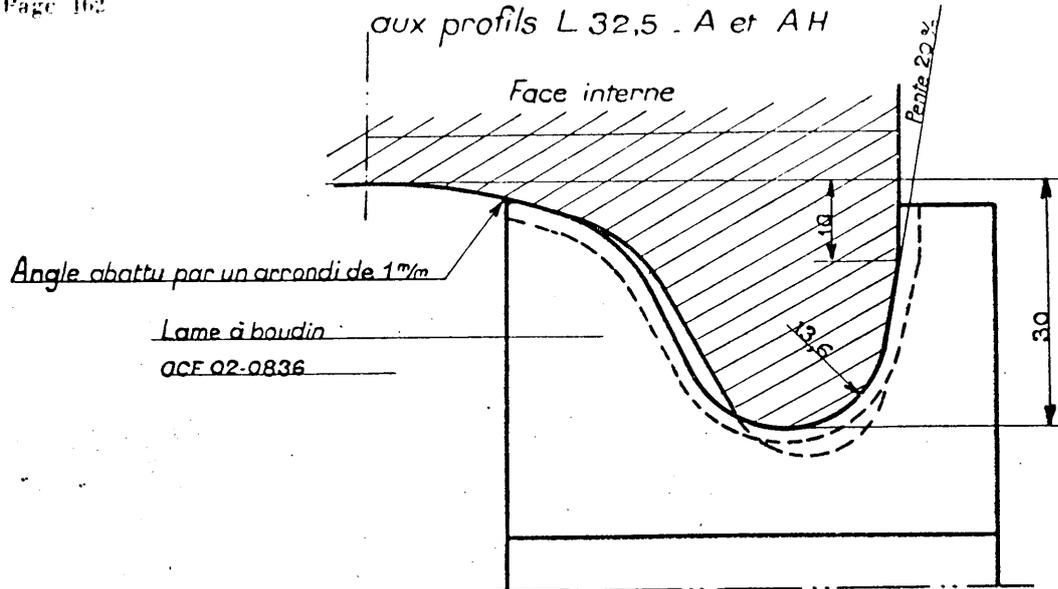


FIG.119

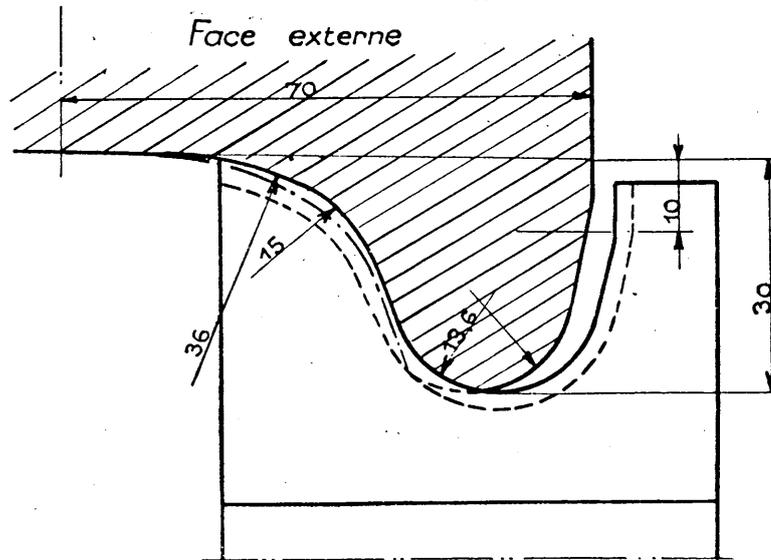


FIG.120

Abattre l'arrête formée au sommet du boudin par l'intersection des arcs de 13 mm<sup>6</sup> de rayon en inclinant légèrement la lame de façon à ne pas brauter en A.

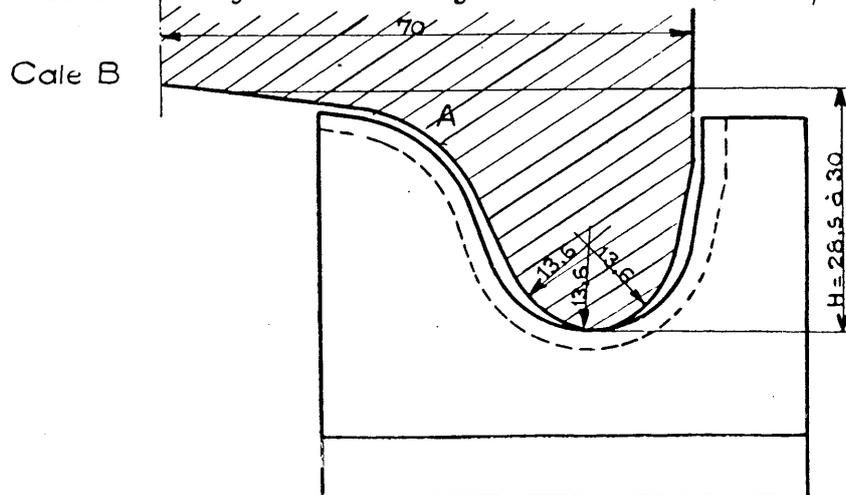
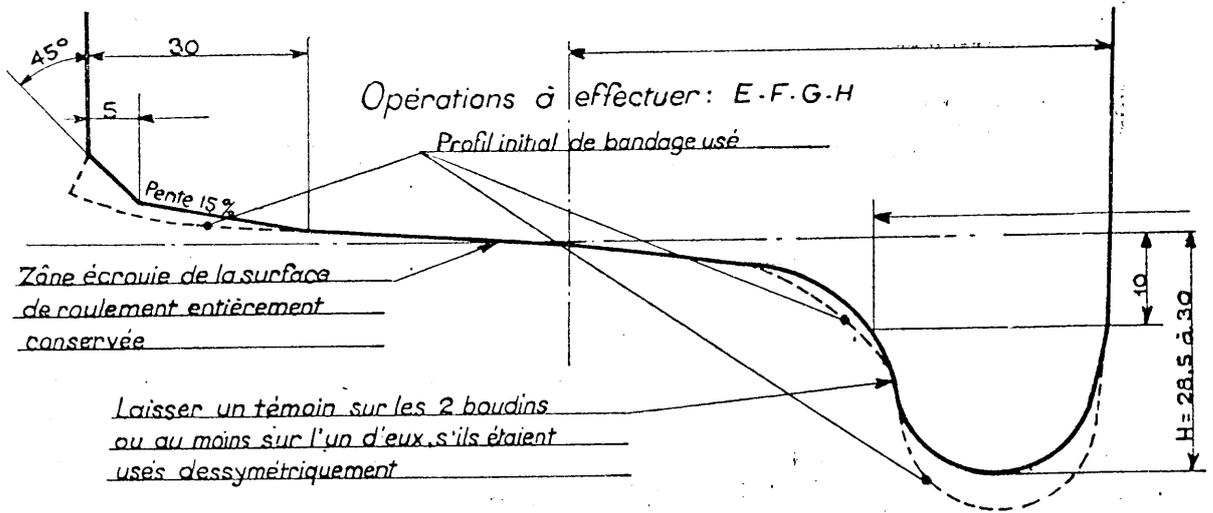


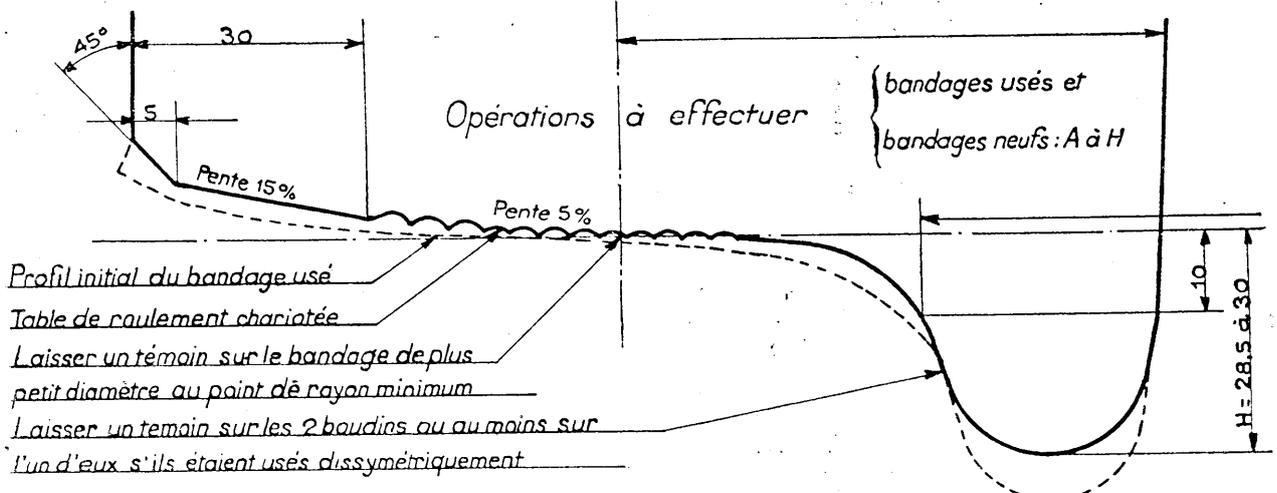
FIG.121

FIG.123

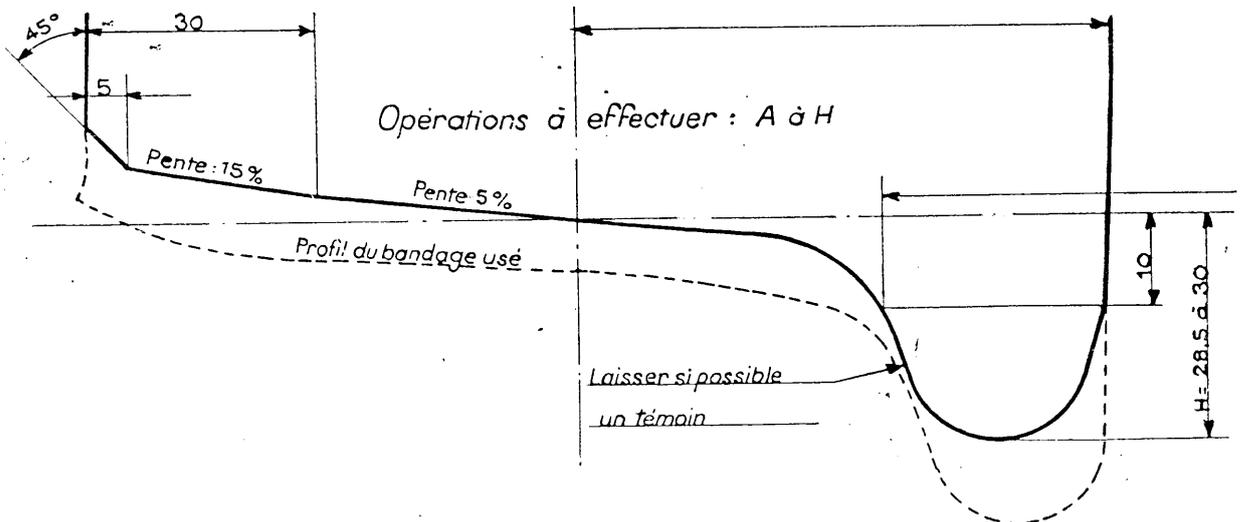
MÉTHODE 1



MÉTHODE 2



MÉTHODE 3



*Première Méthode* : Rafraîchissage du boudin et du chanfrein seulement.

Cette méthode est à employer obligatoirement si :

1° le bandage ne présente aucune déféctuosité de la surface de la table de roulement;  
2° la différence des diamètres de deux bandages est  $\leq 1$  mm., le faux-rond apparent  $\leq 1$  mm., le voile  $\leq 1,5$  mm.

3° l'écartement des faces externes des boudins est  $\geq$  à l'écartement minimum indiqué pour chaque profil au § *b* précédent.

Les opérations suivantes sont exécutées (*fig. 123*) :

A - D - E - F - G - H  
ou E - F - G - H

*Deuxième Méthode* : Reprofilage complet en conservant des témoins de l'ancienne table et de l'ancien boudin.

Cette méthode est à employer obligatoirement si :

1° les bandages sont usés;  
2° si les conditions d'application 1° et 2° de la méthode 1 ne sont pas remplies.  
3° si la table de roulement ne présente pas de zones dures ou si ces zones peuvent être chariotées, là où ce sera nécessaire avec l'outil pastillé spécial;

4° pour les bandages neufs. Les opérations suivantes sont exécutées : A à H (*fig. 123*).

*Troisième Méthode* : Reprofilage complet en conservant si possible un témoin sur l'ancien boudin le plus usé.

Cette méthode est à employer si les conditions d'application des méthodes 1 et 2 ne sont pas remplies. Les opérations suivantes sont exécutées A à H (*fig. 123*).

#### 4° Remplacement de bandage.

##### a) Désembattage (ateliers spécialisés).

1° Cas d'un bandage inutilisable.

— Couper au tour les parties du bandage recouvrant les agrafes afin de récupérer ces dernières ou le cordon du bandage dans la fixation Salmon.

— Couper le bandage au chalumeau en une section quelconque en ayant soin de ne pas toucher à la jante.

— A l'aide de coins, ouvrir le bandage et le faire tomber en l'aidant à coups de masse.

— Faire de même pour l'autre bandage.

2° Cas d'un bandage réutilisable.

— Retirer l'agrafe.

— Chauffer le bandage aussi rapidement que possible, à 250° maximum.

— Soulever l'essieu pour dégager le bandage.

— Monter sur le tour le bandage désembattu pour enlever la partie de l'agrafe restée dans son logement.

##### b) Usinage (ateliers spécialisés).

Avant d'être posé sur la roue, le bandage est alésé intérieurement sur un tour vertical spécial. La fixation du bandage se fait par chiens indépendants ou par plateau à serrage concentrique. On vérifie ce centrage par un galet monté à la place de l'outil (*fig. 124*).

*Dégrossissage* (*fig. 125*) : La portée de la jante est d'abord chariotée avec des outils droits ordinaires. On dégrossit ensuite le logement du cercle agrafe avec un outil à saigner (*fig. 126*), l'appareil de la *figure 127* permet de vérifier la cote donnée entre la gorge et la face interne du bandage.

Centrage du bandage

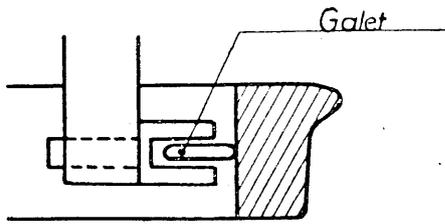


FIG. 124

Dégrossissage

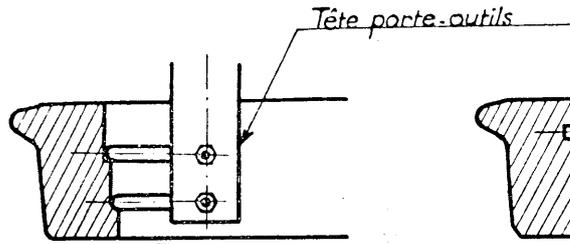


FIG. 125

Saignée

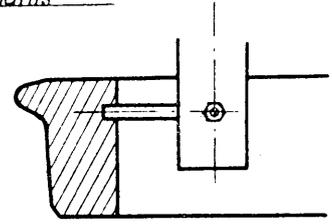


FIG. 126

Vérification de la saignée

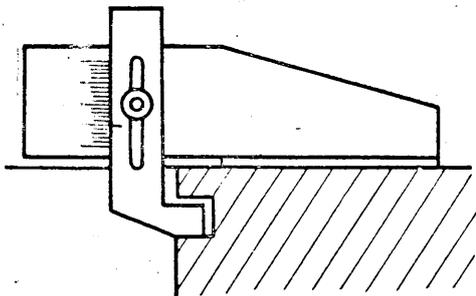


FIG. 127

Finissage

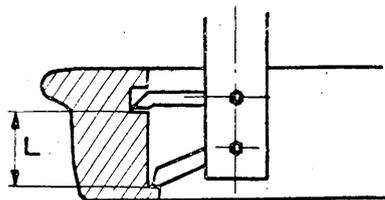


FIG. 128

Règlage des outils

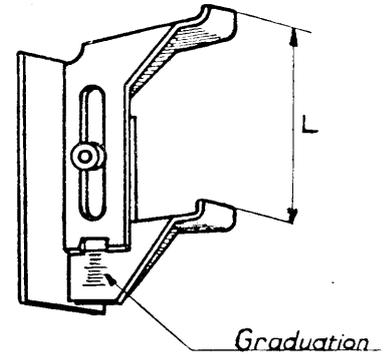


FIG. 129

Vérification de la largeur de la jante

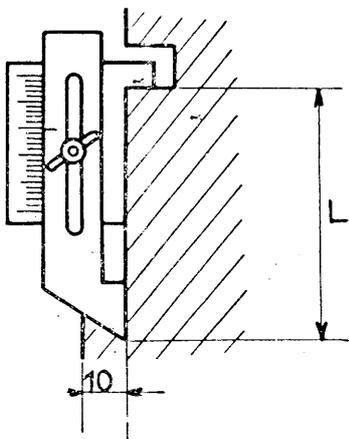


FIG. 130

Lamage de l'alésage

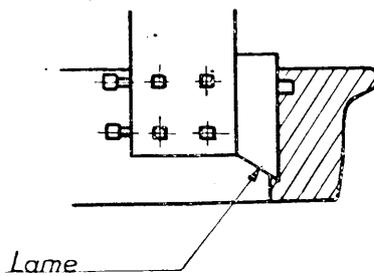


FIG. 131

Exécution du redan

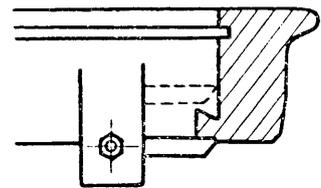


FIG. 132

*Finissage (fig. 128)* : Cette opération a pour but de donner au bandage une cote L correspondant à la largeur de la jante. On règle les outils avec l'appareil de la *figure 129* et celui de la *figure 130* sert à vérifier le travail terminé.

L'alésage est ensuite terminé au diamètre de la jante diminué du serrage (1) (2) (*fig. 131*) et on exécute un redan (*fig. 132*) au même diamètre, que l'alésage.

c) **Embattage** (ateliers spécialisés).

**1° Cas d'un bandage neuf.**

1° Le bandage usiné, dont le serrage a été préalablement vérifié, est chauffé sur une rampe à gaz sur toute sa périphérie à une température inférieure à 350°. Le contrôle de la température est effectué avec des pastilles de plomb ou de résine posées sur le bandage.

2° Si la disposition du four le permet, descendre directement la roue dans le bandage chaud, sinon placer le bandage chaud, débarrassé des copeaux ou battitures qui pourraient se trouver dans l'alésage, sur des tas de niveau; descendre la roue préalablement préparée dans le bandage jusqu'à ce que la jante bute sur le talon.

Une première vérification, à la jauge à coulisse, de l'écartement entre le bandage et l'arête intérieure de la jante opposée permet de s'assurer que les cotes du bandage embattu sont correctes.

3° Placer l'agrafe préalablement préparée et coupée de longueur correspondante au diamètre du bandage, et l'enfoncer dans son logement au moyen de pinces spéciales (*fig. 133*). Les agrafes de retenue au profil unifié doivent porter parfaitement sur toute leur circonférence dans le fond de leur logement.

4° Sertir l'agrafe sur quatre zones d'environ 100 mm. de longueur chacune, situées suivant deux diamètres perpendiculaires après avoir vérifié, par sondage au marteau, que le bandage de l'essieu est en contact avec la jante sur toute sa périphérie et dès que la température du bandage est inférieure à 100 degrés.

Les opérations décrites se répètent pour le deuxième bandage de l'essieu de la même façon que pour le premier bandage sauf la vérification de l'écartement, la mesure de cet écartement étant effectuée sur la partie dressée des faces qui avoisine l'agrafe. Cet écartement doit toujours avoir pour valeur  $1.359 + 0$   
 $+ 2$ .

(1) Le serrage est évalué par la différence entre le diamètre de la jante et le diamètre intérieur du bandage. Il est de 1,3 mm. par mètre de diamètre. Par exception, il est réduit à 1 mm. pour les roues accouplées de locomotives de grands diamètres ayant tendance à carrosser.

Cette règle conduit à obtenir pour toutes les roues, quel que soit leur diamètre, la même tension du métal dans le bandage après pose. Approximativement aussi, la pression normale à la jante par unité de surface est inversement proportionnelle au rayon de la roue (3 kg. mm<sup>2</sup> pour une roue de 1 m. contre 1,5 kg. pour une roue de 2 m.) et la pression totale sur la jante est indépendante de la valeur de ce rayon. En réalité, la tension tangentielle du métal du bandage va en décroissant de la surface intérieure à la surface extérieure et la jante de roue, non indéformable, se comprime radialement sous l'effort du bandage, de sorte que la différence des diamètres se répartit entre la jante et le bandage, ce qui diminue la tension du métal dans ce dernier. Cette dernière tension est donc d'autant plus élevée que l'épaisseur du bandage est plus faible et celle de la jante plus forte.

La pression unitaire normale à la jante étant inversement proportionnelle au rayon, il en résulte qu'on peut avoir une pression trop forte pour les petites roues et au contraire pour les grandes roues une pression trop faible favorisant les décalages de bandage. Il se produit en effet plus de décalages sur les grandes roues que sur les petites et des ruptures plus fréquentes sur les petites roues que sur les grandes.

Lorsque, par suite de l'usure, l'épaisseur du bandage diminue en service, la tension tangentielle augmente dans le bandage du fait que la pression normale à la jante diminuant, l'élasticité du centre de roue permet à celui-ci d'augmenter de diamètre. La pression normale à la jante peut tomber de 1.300 t. à 450 t. quand l'épaisseur du bandage est réduite de 70 à 25 mm., d'où la nécessité de fixer une limite inférieure d'épaisseur.

(2) Le serrage préconisé par le réseau anglais L.M.S. est égal à :

$$\frac{D \text{ mm.}}{100} + 0,127 \text{ mm.}$$

soit pour une roue de 1,75 m : 1,58 mm. contre 2,27 mm. à la S. N. C. F.

Malgré ce plus faible serrage, le L. M. S. n'a pas de bandages lâchés. Il obtient ce résultat en polissant la surface des jantes sur laquelle vient serrer le bandage et en alésant avec une grande précision l'alésage intérieur de ce dernier sur des tours verticaux munis d'outils à pastille au carbure de tungstène tournant à grande vitesse (170 mètres-minute). Il est vrai toutefois que l'acier des bandages est plus dur :

$$R = 88 \text{ à } 97 \text{ kgm/m}^2 \text{ Allongement } 13 \text{ à } 11 \%$$

Avec des surfaces polies il est facile de mesurer exactement les diamètres, donc de donner le serrage convenable. Ce serrage reste ensuite invariable, sauf le cas d'échauffement anormal du bandage, alors qu'avec des surfaces rugueuses les sillons et bavures de l'usinage se matent sous l'action des chocs subis par l'essieu en cours de service, ce qui diminue le serrage.

*Pince spéciale pour pose de l'agrafe*

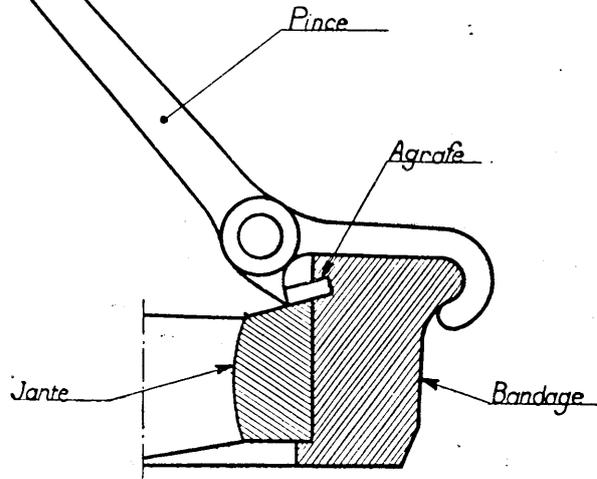


FIG. 133

*Repères de position  
(Matériel moteur)*

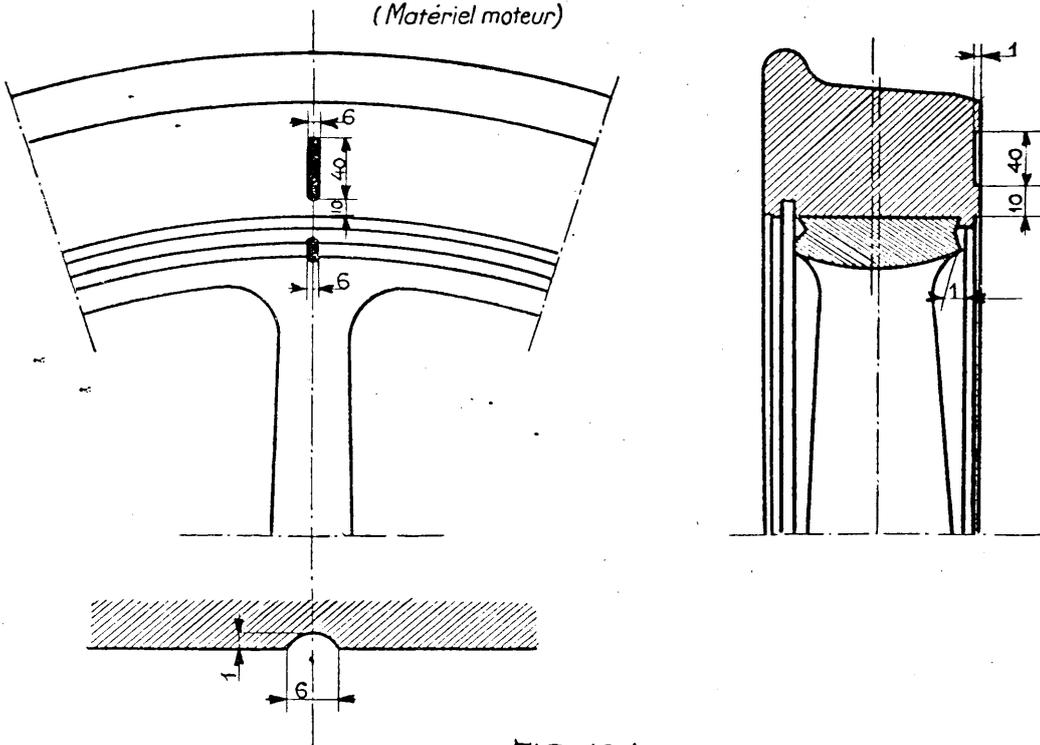


FIG. 134

La partie du bandage rabattue sur l'agrafe ne doit présenter aucune fissure, dans aucun cas elle ne peut être réparée par soudure. Souder les extrémités de l'agrafe en veillant qu'il n'y ait aucune attache, soit avec le bandage, soit avec la jante. Dans le but d'utiliser des chutes d'acier profilé il est toléré que l'agrafe soit constituée par plusieurs éléments soudés avant la pose.

#### *Repère de position de bandage.*

Après la mise en place des bandages, toutes les roues de locomotives et tenders doivent recevoir les repères pour permettre de déceler le moindre déplacement en service.

Ces repères sont exécutés conformément aux indications ci-après :

Une saignée de bédane de 6 mm. de largeur et de 1 mm. de profondeur est pratiquée, suivant l'axe d'un rayon sur la face extérieure des bandages et des roues (*fig. 134*). Dans le cas de roues accouplées, le repère est apposé à l'extrémité du rayon passant par le tourillon de manivelle.

Ce repère permet de déceler un déplacement du bandage mais ce déplacement n'implique pas que le serrage est devenu insuffisant. Pour rechercher ce défaut, frapper le bandage au marteau, un bandage lâché donne un son mat, tandis qu'un bandage bien fixé donne un son clair.

Le son rendu par un bandage varie d'ailleurs non seulement suivant qu'il est ou non lâché, mais aussi suivant le type de roue, suivant qu'elle est ou non recouverte d'huile et de poussières (ce qui tend à donner un son mat) et suivant l'épaisseur du bandage (un bandage épais tend à donner un son clair).

Si le son est mauvais ou douteux, examiner attentivement les raccordements du bandage avec la jante. Le lâchage amène généralement une poussière d'oxyde si la roue est sèche ou des reflux d'huile si la roue est huileuse et si le lâchage est important.

Le bandage peut présenter des traces d'un déplacement transversal, c'est-à-dire parallèle à l'axe de l'essieu.

Au bout de peu de temps, ces défauts sont associés car lorsque le bandage est lâché il peut tourner sur sa jante sous l'influence des coups de frein et il en résulte une usure rapide de la jante tant sur sa surface cylindrique que sur ses deux queues d'aronde.

A la suite de cet examen qui doit être effectué par des agents très habitués, le bandage est réemballé ou remis en service après avoir rétabli les repères d'emballage, il convient alors de faire disparaître par matage l'ancien repère du bandage.

#### **2° Resserrage d'un bandage lâché et ébranlé.**

Les essieux en service expédiés isolément aux ateliers spécialisés pourront avoir leurs bandages resserrés s'ils remplissent simultanément les deux conditions suivantes :

1° avoir une épaisseur supérieure à la cote de réforme ;

2° avoir une épaisseur au moins égale à 30 mm.

Pour les autres essieux (machines en réparation périodique) le resserrage ne sera admis que s'il est possible d'obtenir après rafraîchissage du bandage une épaisseur supérieure de 5 mm. à la cote de réforme.

#### **Calcul de l'épaisseur de la tôle à interposer.**

soit : D1 - Diamètre extérieur moyen de la jante }  
D2 - Diamètre intérieur moyen du bandage } mesurés à la température ambiante.  
S - Serrage normal à appliquer (1,3 mm. ou 1 mm. par mètre de diamètre).  
e - Epaisseur de la tôle à appliquer :

$$e = \frac{(D2 - D1) + S}{2}$$

On choisit une épaisseur de tôle qui se rapproche à moins de 0,3 mm. de celle trouvée par le calcul.

L'épaisseur maximum de la tôle à interposer pour assurer un serrage convenable ne devra jamais dépasser 2 mm.

#### **Préparation de la tôle.**

La tôle, de qualité AO, dont l'épaisseur aura été vérifiée en plusieurs points, sera découpée en bandes d'une largeur inférieure de 2 mm. à celle de la jante et d'une longueur développée inférieure de 5 mm. environ à celle de la jante.

A défaut de tôle suffisamment longue, la fourrure pourra être composée de trois morceaux au maximum.

Il est interdit :

- d'utiliser des tôles de différentes épaisseurs pour caler un bandage,
- de ne caler que sur une partie de la périphérie de la jante.

#### **Réembattage.**

Procéder au réembattage comme pour un bandage neuf, en ayant soin de placer les repères de position en regard l'un de l'autre. Glisser la ou les tôles préparées entre le bandage et la roue quand on a vérifié que cette dernière est venue buter sur tout son pourtour sur le talon du bandage.

Bien s'assurer qu'il n'y a pas de chevauchement de tôle.

Placer l'agrafe et la sertir sur 4 zones d'environ 100 mm. de longueur chacune, situées suivant diamètres perpendiculaires. Ces 4 zones seront choisies de telle façon qu'elles ne présentent pas de fissures et qu'elles ne soient pas affectées par un sertissage précédent (cette dernière condition ne concerne que les bandages sertis partiellement à l'origine). Souder les extrémités de l'agrafe en veillant qu'il n'y ait aucune attache, soit avec le bandage, soit avec la jante.

Si, malgré les précautions prises, les repères de position prévus au paragraphe précédent, ne se trouvent pas en regard, le repère du bandage doit être maté et un nouveau repère réalisé.