

Académie royale
des
Sciences coloniales

CLASSE
DES SCIENCES TECHNIQUES

Mémoires in-8°. Nouvelle série.
Tome II, fasc. 4.

Koninklijke Academie
voor
Koloniale Wetenschappen

KLASSE
DER TECHNISCHE WETENSCHAPPEN

Verhandelingen in-8°. Nieuwe reeks.
Boek II, aflev. 4.

Passage de la jauge métrique
à la jauge anglaise du tronçon ferré
Kindu (Port-Empain) — Albertville

PAR

C. CAMUS

MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES COLONIALES



Avenue Marnix, 25
BRUXELLES

Marnixlaan, 25
BRUSSEL

1956

PRIX : F 125
PRIJS:



Passage de la jauge métrique
à la jauge anglaise du tronçon ferré
Kindu (Port-Empain) — Albertville

PAR

C. CAMUS

MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES COLONIALES

Mémoire présenté à la séance du 25 novembre 1955.

Passage de la jauge métrique à la jauge anglaise du tronçon ferré Kindu (Port-Empain) — Albertville ⁽¹⁾

Rappelons d'abord les divers écartements du réseau congolais.

A la construction, ils étaient :

B. C. K. : 1,067 m (3'6"),
C. F. L. : 1,000 m,
C. F. M. L. : 0,765 m,
MAYUMBE : 0,615 m (surlargeur sur toute la voie),
VICICONGO : 0,600 m.

Les écartements de 0,615 m et de 0,765 m correspondent à 0,600 m et 0,750 m auxquels on a donné, à la pose, la surlargeur prévue en courbe, étant donné le caractère très sinueux de ces lignes.

Dans tous les pays coloniaux se pose le problème de développer d'urgence les moyens de transport, sans lesquels aucune mise en valeur n'est possible, et ce au moindre coût, car l'argent est peu enclin à s'intéresser au début des affaires coloniales.

L'établissement d'une voie étroite est beaucoup moins coûteux qu'une voie large, demande moins de main-d'œuvre et est d'une pose plus rapide ; autant d'éléments en sa faveur. Par contre, elle est d'une exploitation plus onéreuse.

(¹) Par ordonnance n° 53/A.I.M.O. du 16.5.1939 (voir *Bulletin administratif du Congo belge* du 25.5.1939), la dénomination et l'orthographe du chef-lieu du Territoire de Kindu ont été fixés comme suit : Kindu-Port-Empain. L'expression Kindu-Port-Empain-Albertville risquant d'être peu compréhensible, on a préféré, dans le présent mémoire, la graphie Kindu (Port-Empain)-Albertville.

Mais la grosse difficulté naît avant tout des capitaux à réunir pour le premier établissement.

Bref, un chemin de fer à faible écartement n'est pas une solution parfaite, mais mieux vaut avoir un chemin de fer imparfait que de ne pas en avoir du tout.

Ce n'est pas uniquement au Congo belge qu'existe cette diversité d'écartements.

En Angleterre, ce ne fut qu'en 1846 que l'unification des écartements fut décidée, et il a fallu 40 années pour que les États-Unis d'Amérique fassent de même.

En Colombie, au Venezuela et aux Indes, on trouve les écartements les plus divers ; et même en Europe : l'Espagne et la Russie ont des écartements différents.

Pourquoi 1 m et 1,067 m ? Ce ne sont certes pas les 67 mm de différence qui améliorent un réseau.

Les nations ayant le système métrique ont adopté 0,60 m ou 0,75 m ou 1 m ; celles ayant le système sexagésimal, 3'6", c.-à-d. 1,067 m.

C'est pourquoi le C.F.L. fut décidé, en 1902, à l'écartement de 1 m et que les Allemands ont construit leur *Zentral Bahn*, de Dar-es-Salam à Kigoma, à la même jauge.

Cependant, le réseau du *Kenya and Uganda Railway*, de Mombasa à Kampala, a un mètre d'écartement parce que commencé par le gouvernement anglais avec du matériel à 1 mètre récupéré des Indes, afin de mettre un terme aux raids des guerriers Masai qui depuis longtemps terrorisaient un territoire très vaste.

Le chemin de fer du B.C.K., constitué en octobre 1906 en vue d'assurer par Beira le développement de l'U.M.H.K., fut conçu à 1,067 m, le réseau rhodésien et celui du Mozambique étant à cet écartement.

La Commission de Standardisation des Chemins de fer du Congo belge, créée par décision ministérielle du 30 septembre 1925, a décidé pour l'avenir les deux écartements 0,600 m et 1,067 m.

C'est ainsi que le chemin de fer Matadi à Léopoldville, lors de sa transformation, fut mis à 1,067 m et que le chemin de fer du Kivu fut construit à cet écartement.

Le Plan décennal établi par le Ministre des Colonies M. P. WIGNY, en 1949, constate que les deux principaux réseaux desservant le centre et l'est de la Colonie ne sont reliés entre eux que par les bateaux qui circulent sur le bief Bukama-Kabalo ; que cette liaison se heurte aux plus grandes difficultés résultant de la baisse des eaux aux périodes annuelles de sécheresse.

Il serait donc du plus haut intérêt que le réseau du K.D.L., qui s'étend sur près de 2.500 km à travers les provinces du Katanga et du Kasai, soit raccordé aux 839 km du C.F.L. complétés vers le nord et l'est par ses 975 km de voies fluviales et lacustres qui s'étendent vers Stanleyville, Kigoma et Usumbura.

Cette connexion entre les deux réseaux créerait un ensemble homogène desservant les régions riches du point de vue minier, industriel et agricole, et représentant le tiers de la superficie totale de la Colonie.

Cette liaison unirait, par le B.C.K. et le C.F.L., les réseaux de l'Afrique du Sud à celui de l'Angola, ce qui représenterait quelque 20.000 km de voie ferrée couvrant une superficie de quelque 3.500.000 km².

Enfin, elle établirait la liaison transafricaine est-ouest de Lobito à Dar-es-Salam.

Du point de vue militaire, nous savons que la Grande-Bretagne a axé sa défense militaire sur Nairobi, qui deviendrait le bastion de sa résistance en cas d'événements qui isoleraient l'Angleterre en tant qu'île. La situation précaire de la défense du canal de Suez confère à l'Uganda une importance capitale.

La jonction K.D.L./C.F.L. établit la liaison rapide et directe entre l'Atlantique et Nairobi via Kigoma, Tabora, Mwanza et le lac Victoria, et constitue une voie stratégique de première importance évitant aux navires

anglais ou américains de courir le risque du passage en Méditerranée, qui pourrait constituer une véritable souricière, ou de se voir imposer un détour très long par le Cap de Bonne-Espérance avec toutes les embûches qu'il comporte.

Cette jonction ferrée satisfait donc les points de vue économique et militaire, ce qui n'est déjà pas si mal ; trop rarement, ces deux points de vue peuvent se concilier.

Les études et le début de réalisation de cette importante entreprise ont été exposés à cette tribune en mai 1954 (1).

Depuis, elle s'est poursuivie conformément aux plans établis, et les travaux, commencés en janvier 1953, sont actuellement terminés pour ce qui est des terrassements, des ponts secondaires et de la pose de la voie ; le pont de Zofu, de 750 m de longueur, qui enjambe le fleuve Congo-Lualaba, sera achevé en avril de l'année prochaine ; l'inauguration de ce nouveau chemin de fer aura probablement lieu en mai 1956.

L'ensemble des travaux comprenant :

- a) \pm 3.000.000 m³ de terrassements ;
 - b) 4 ponts, dont 1 de 750 m, comportant en tout quelque 3.000 t d'acier dont 2.600 t d'acier A. 52 à haute résistance ;
 - c) la pose de 445 km de voie principale, soit quelque 62.000 t de rails et traverses ;
- aura été achevé en un peu plus de 3 ans avec un minimum de personnel indigène grâce aux engins mécaniques puissants mis en action.

En ce qui concerne le ballastage de la section Kabalo-Kabongo (245 km), 3 carrières ont été ouvertes : Kamutondo, Kamweze et Lenge, chacune devant produire 50.000 m³ à raison de 150 m³ par jour, le ballast étant

(1) CAMUS, C., La jonction ferrée Kamina-Kabalo et le pont route-rail sur le Lualaba à Zofu (*Bull. des Séances I. R. C. B.*, XXV, 1951, pp. 1031-1053).

compté à 600 litres au mètre courant, Pour les 200 km de la section Kabongo-Kamina, des ballastières sont en voie d'installation.

La mise en service de la jonction B.C.K./C.F.L., posée à la jauge de 1,067 m, implique comme première mesure la transformation à cet écartement de la voie du C.F.L. entre Kindu (Port-Empain) et Albertville, soit 800 km de voie environ (714 km de voie principale + les raccordements + les faisceaux de gares et de ports), 350 aiguillages, 38 locomotives et près de 500 wagons, voitures à voyageurs, grues, draisines, etc...

Cette jonction impliquera aussi, dans le temps, le lancement sur le lac Tanganika d'un ferry-boat qui relierait Albertville à Kigoma, terminus du chemin de fer de l'Est africain.

La construction des agrandissements du port d'Albertville, dont le cahier des charges sortira sous peu, prévoit, pour ces installations de ferry-boat, à l'intérieur de la rade, un emplacement protégé de la houle du large.

Le *Tanganyika Railway* a, de son côté, prévu la mise à 1,067 m de son réseau actuellement à la jauge métrique.

* * *

Depuis longtemps déjà, le C.F.L. avait envisagé la transformation de son écartement comme certaine.

Aussi, toutes les commandes de matériel de voie et de matériel roulant passées depuis 30 ans prévoyaient-elles les dispositions pour permettre cette opération et le plus aisément possible. Ainsi, toutes les traverses commandées depuis 1923 (soit environ 150.000) le furent-elles à 6 lumières ; toutes les locomotives de ligne, tous les wagons et toutes les voitures furent, depuis cette date, conçus pour pouvoir être transformés à l'écartement 1,067 m par décalage des roues sur les portées de calage des essieux.

Il n'en est pas moins vrai que les quelque 800.000 traverses datant de la construction du réseau C.F.L. et comportant 4 lumières seulement, ont dû être percées de 2 lumières supplémentaires et que quelque 5.000 roues ont dû être décalées de $\frac{67 \text{ mm}}{2}$, soit de 33,5 mm.

Pour la voie, le surécartement à lui donner (67 mm) ne permettait pas la pose d'un troisième rail à 1,067 m, le patin ayant 101 mm. Du reste, cette solution eût-elle été possible qu'elle aurait été rejetée ; en effet, la dépense d'un troisième rail eût représenté environ 24.000 t à 9 F le kg rendu et placé, soit plus de 200 millions de francs.

La suite des opérations dont les premières études datent du jour où la jonction C.F.L./B.C.K. fut décidée en principe, c.-à-d. 1949, date de l'élaboration du Plan décennal, fait l'objet des pages qui suivent.

L'ensemble des opérations fut assez plaisamment baptisé par le personnel « Opération grand écart » pour 67 mm...

C'était un peu prétentieux, mais ce l'est beaucoup moins quand on songe à tout ce que l'opération a nécessité d'études, de graphiques, de mises au point minutieuses, de création de dispositifs originaux et de machines spéciales, de mise en place d'une organisation fouillée jusque dans les moindres détails pour terminer l'opération en sept jours.

Pour ce qui concerne la voie, le problème était complexe ; le réseau a été construit en rails type de 24,400 kg ayant un $\frac{I}{V} = 90 \text{ cm}^3$ et il venait d'être décidé, pour l'avenir, de ne plus commander que du rail de 29,300 kg ayant un $\frac{I}{V} = 110 \text{ cm}^3$, mieux en rapport avec les perspectives de trafic du réseau qui justifiaient l'adoption d'un matériel roulant plus lourd.

Il fallait donc que les traverses nouvelles, dont certaines allaient renforcer la voie posée en rails de 24,400 kg, soient susceptibles de permettre la réalisation des deux écartements : métrique et anglais, et ce, avec les deux profils de rails de 24,400 kg et de 29,300 kg.

La façon la plus simple de passer d'un écartement à l'autre consistait dans le décalage d'un seul rail de 67 mm vers l'extérieur et le problème résidait dans la conception des attaches de ce rail.

Tout naturellement, on rechercha d'abord de ne pas percer de lumières supplémentaires dans les traverses, attendu que celles-ci les déforcent et constituent des points faibles par suite des risques de fissure s'amorçant aux angles des lumières, et on a imaginé ainsi de nombreux dispositifs comportant, notamment, des selles, mais ils se sont tous révélés fort coûteux ; finalement, on s'en est tenu au système d'attache directe par crapauds et on a adopté une traverse dite « à six trous », qui n'était autre qu'une traverse identique à celle adoptée pour la ligne Bukama — Port-Francqui comportant, outre ses quatre lumières normales de 46 mm × 22 mm, deux lumières supplémentaires ; l'une d'elles, située entre deux lumières normales, était disposée transversalement de manière à ne pas trop déformer la traverse (ce qui obligea à créer un crapaud sans queue) et ses dimensions étaient limitées à 33 mm × 20 mm ; l'autre lumière était de 46,7 mm × 22 mm et différait donc très peu des lumières normales.

Pour l'attache des rails, il a été prévu deux nouveaux types de crapauds : un crapaud type C pour rail de 24,400 kg dont l'épaisseur de la queue est de 24 mm contre 14 mm et 19 mm pour les crapauds normaux A et B et un crapaud mixte sans queue, réversible, c'est-à-dire comportant deux faces d'appui se rapportant chacune à l'un des deux profils de rail. Ces crapauds spéciaux sont fixés par des boulons de crapaud standard.

La *Planche 2* représente la traverse « à six trous » tandis que les *Planches 3 et 4* montrent le crapaud C et le crapaud mixte ainsi que les montages adoptés.

Le tableau suivant mentionne les divers écartements possibles pour chacun des deux types de rail et, pour chaque cas, les divers crapauds correspondants ainsi que le surécartement réalisé.

Type de rail	Écartement	Crapauds	Surécartement
Jauge métrique :			
24,4 kg	1,013 m	3 B + 1 mixte	13 mm
29,3 kg	1,013 m	2 A + 1 B + 1 mixte	13 mm
Jauge anglaise :			
24,4 kg	} (1,076 m)	(2 A + 2 C)	(9 mm)
24,4 kg		1 A + 2 B + 1 C	14 mm
29,3 kg	} (1,076 m)	2 A + 2 B	0 mm
29,3 kg		2 A + 2 B	9 mm
29,3 kg		2 A + 2 B	18 mm
	} (1,081 m)		

Ce tableau montre qu'avant le changement d'écartement, la voie posée sur les traverses à six trous allait avoir partout un surécartement de 13 mm alors qu'en courbe, les surécartements normaux sont de 9 et 14 mm avec rails C.F.L. et de 9 et 18 mm avec rails de 29,300 kg.

Pour la pose à la jauge anglaise avec rails C.F.L. de 24,400 kg, on n'a retenu que le cas de l'écartement de 1,081 m qui ne nécessite, lors du changement d'écartement, que la dépense d'un crapaud A et d'un crapaud C au lieu de deux crapauds A et de deux crapauds C dans le cas de l'écartement de 1,076 m ; un surécartement de 14 mm est, en effet, admissible et l'expérience l'a confirmé.

La pose à la jauge anglaise avec rail de 29,300 kg est évidemment tout à fait normale et les deux paires d'attaches classiques permettent trois écartements (alignement et courbes).

La solution adoptée constitue donc un compromis parfaitement acceptable et présente le grand avantage de limiter à deux le nombre de crapauds spéciaux et de

réduire la dépense, lors du changement d'écartement, à deux crapauds par traverse.

Elle est simple et a donné entière satisfaction. Les crapauds mixtes, bien que ne comportant pas de queue, n'ont donné lieu à aucun inconvénient ; leur usage n'était d'ailleurs prévu que pour la jauge métrique et n'était donc que temporaire.

Pour ce qui concerne les branchements de voie, il n'y avait qu'un seul profil de rail à considérer : celui de 29,300 kg, puisque le profil de 24,400 kg était abandonné définitivement pour le matériel nouveau. Mais, lors du changement d'écartement, il ne suffisait pas de riper un rail de 67 mm, car il fallait aussi allonger le branchement parce que la distance entre la pointe de l'aiguille et la pointe de la pièce de cœur devait être augmentée de 1,762 m comme le montre le croquis schématique de la *Planche 5*.

Il a donc fallu prévoir, outre le perçage de lumières supplémentaires dans les traverses, l'introduction de tronçons de rail et de trois traverses supplémentaires.

La *Planche 5* montre que, lors du changement d'écartement, la pièce de cœur et les files de rails y aboutissant restent en place, les deux files extérieures sont à riper de 67 mm, l'aiguillage proprement dit est à déplacer, dans son ensemble, de 1,762 m et à surécarter ; enfin, entre l'aiguillage déplacé et les autres éléments du branchement, il faut intercaler les tronçons de rail ainsi que les trois traverses supplémentaires. En fait, on s'est arrangé de manière que les quatre coupons à intercaler ne se trouvent pas au même endroit, afin que cette partie du branchement ne se trouve pas trop déforcée par la présence d'un trop grand nombre de joints.

En ce qui concerne le matériel roulant, les opérations à effectuer pour le changement d'écartement des wagons, voitures et tenders, comprenaient :

1) Décalage à la presse des centres de roue sur les essieux de 33,5 mm vers l'extérieur ;

2) Déplacement des sabots de frein sur leur tringle d'écartement de 33,5 mm vers l'extérieur par déplacement, du côté intérieur, d'une bague de 33,5 mm d'épaisseur placée du côté extérieur lors de la construction ;

3) Retournement de 180° des pendules de sabots de frein dont la tige est désaxée par rapport à la douille d'articulation.

La *Planche 6* illustre les diverses opérations à effectuer.

Quant aux locomotives, on a, lors de leur construction, placé les cylindres à l'emplacement correspondant à l'écartement de 1,067 m, de sorte que le mécanisme se trouvait définitivement en place et ne devait donc plus subir de modifications lors du changement d'écartement.

Le décalage des sabots de frein et des pendules de suspension des sabots était à effectuer de la même manière que pour les wagons et voitures.

Pour les trains de roues, on a adopté, en premier lieu, un dispositif analogue à celui réalisé pour les wagons et voitures.

Les centres de roue étaient donc à décaler de 33,5 mm sur les essieux ; mais, comme les trains de roues sont maintenus en place par contact avec les faces verticales des boîtes à huile, il a fallu combler le vide laissé du côté des faces intérieures des roues par une bague, en deux pièces, de 33,5 mm d'épaisseur.

D'autre part, pour éviter que le centre de roue n'empiète sur l'espace réservé au mécanisme, il a fallu enlever une épaisseur de 33,5 mm sur la partie dans laquelle se trouvent chassés les boutons de manivelle et, en même temps, raccourcir ces derniers de 33,5 mm également.

Les contrepoids proprement dits n'ont pas dû être

modifiés, de sorte que l'équilibrage des trains de roues n'a été que légèrement modifié et les constructeurs ont estimé la chose parfaitement admissible.

Les dispositifs dont question sont représentés à la *Planche 7*.

Dans la suite, il a été adopté, pour les trains de roues des locomotives, un système plus simple encore évitant, notamment, les aléas inhérents au décalage à la presse des centres de roue sur leur essieu ; ce dispositif consiste tout simplement dans le remplacement des bandages comme figuré à la *Planche 8*.

Grâce à ces diverses mesures, lorsque, en 1952, l'opération de changement d'écartement fut décidée, toutes les grosses locomotives de ligne et presque tous les wagons affectés aux transports commerciaux, de même que toutes les voitures à voyageurs étaient transformables au nouvel écartement.

D'autre part, on avait déjà mis en place au tronçon Kindu (Port-Empain) — Albertville plus de 150.000 traverses métalliques à six trous réparties comme indiqué à la *Planche 9*, ainsi que 114 branchements conçus pour les deux écartements.

C'est en 1948 que le changement d'écartement fut mis à l'ordre du jour lorsque, après avoir envisagé plusieurs projets de liaisons ferrées nouvelles, on décida de ne retenir que la liaison B.C.K./C.F.L.

Les études de cette ligne furent entamées immédiatement et, en juin 1952, la construction de la nouvelle ligne était décidée ; elle devait être construite à l'écartement de 1,067 m adopté comme « standard » par la Commission de Standardisation.

La construction de cette liaison ferrée n'entraînait pas techniquement l'obligation de modifier l'écartement du tronçon Kindu (Port-Empain) — Albertville. En n'opérant pas ce changement d'écartement, la situation eût été pareille à celle qui se présente à la frontière de deux

États dont les réseaux ferrés ont des écartements différents et on aurait pu, soit transborder la marchandise, soit remplacer les bogies des wagons, ce qui évitait de devoir manipuler la marchandise.

Mais ces dispositions eussent grevé plus ou moins lourdement la marchandise de certains frais avec toutes les sujétions que ces opérations comportent et ceci, aussi longtemps qu'aurait subsisté la différence d'écartement.

Économiquement, le maintien du double écartement n'était pas défendable et il s'imposait de le supprimer avant la mise en service de la nouvelle jonction ferrée.

C'est ainsi que le C.F.L. décida d'effectuer cette opération dont le coût estimé était de l'ordre d'une trentaine de millions.

Dès 1948, le C.F.L. se préoccupa de ce qu'il restait à faire pour réaliser le changement d'écartement sur le tronçon Kindu (Port-Empain) — Albertville.

Il fallait, entre autres, adapter le matériel ancien, tant roulant que fixe, au nouvel écartement.

La plus grosse difficulté résidait dans l'adaptation des 800.000 traverses métalliques anciennes qui se trouvaient en place dans ce tronçon et dont la répartition est donnée à la *Planche 9*.

L'étude de ce problème devait tenir compte des sujétions suivantes :

- 1) Les travaux à effectuer aux traverses ne pouvaient pas trop gêner la circulation des trains ;
- 2) L'enlèvement des traverses de la voie risquait fort de supprimer leur assise résultant des bourrages successifs ;
- 3) Une faible différence de coût de l'adaptation d'une traverse avait une incidence considérable sur la dépense totale, puisqu'elle s'appliquait à 800.000 traverses ; il importait donc de réduire ce coût le plus possible et de vérifier les estimations par des essais pratiques.

En assurant le changement d'écartement par dépla-

cement des deux rails, on pouvait éviter l'enlèvement de ceux-ci lors des travaux préparatoires ; il suffisait de percer deux lumières nouvelles, c'est-à-dire une du côté extérieur de chaque rail ; les rails déplacés auraient été maintenus, du côté intérieur, par un crapaud spécial pénétrant dans la lumière existante située du côté intérieur ; ce crapaud aurait eu une portée anormalement longue et cette attache eût été fortement sollicitée sous l'effet des poussées horizontales exercées par les bandages sur le bourrelet des rails, de sorte qu'on n'avait pas toutes les assurances quant à son bon comportement ; enfin, outre le coût relativement élevé de ce crapaud par suite de son poids, cette solution avait le grand inconvénient de doubler les prestations à fournir lors de l'exécution du changement d'écartement, puisqu'il eût fallu déplacer les deux files de rails.

Il fut donc décidé de s'en tenir au déplacement d'un seul rail, tout comme lors de l'étude des traverses « à 6 trous ».

Après avoir envisagé diverses solutions, on décida de fixer le rail déplacé de la même façon qu'avant son déplacement, ce qui impliquait le perçage d'un nouveau groupe de deux lumières identiques à celles existantes et le remplacement des attaches ; c'était évidemment la solution la moins coûteuse (voir *Planche 10*).

Elle permettait de réaliser en courbe les deux surécartements normaux de 5 et de 10 mm.

Elle présentait cependant l'inconvénient de nécessiter l'enlèvement momentané, lors du perçage de ces deux nouvelles lumières, du rail destiné à être déplacé, car, vu la faible différence d'écartement, l'emplacement d'une des deux lumières était recouvert par le patin du rail.

Le désaxement de la voie par rapport aux traverses ne présente aucun inconvénient pratique ; l'expérience en a été faite avec les traverses à 6 trous et avec pose à l'écartement métrique.

Dès lors, il restait à savoir de quelle façon ces nouvelles lumières devaient être percées.

Plusieurs procédés étaient possibles :

- a) Par découpage au chalumeau oxyacétylénique ;
- b) Par oxycoupage à l'arc ;
- c) Par poinçonnage ;
- d) Par perçage mécanique (forage).

Le procédé par oxycoupage à l'arc fut rejeté parce que ne permettant pas une découpe des lumières avec la précision requise.

Le procédé au chalumeau oxyacétylénique était utilisé par les chemins de fer fédéraux suisses pour les modifications à apporter aux lumières lors du remplacement de rails par d'autres de profils différents ; les renseignements recueillis sur place ont montré qu'il permettait une bonne découpe avec la précision du millimètre ; comme on ne pouvait compter sur la seule habileté des opérateurs indigènes pour obtenir cette précision, un guidage automatique du chalumeau était indispensable.

On mit à l'étude un appareil assurant ce guidage et qui, après de multiples essais en Europe et en Afrique, s'est révélé convenir parfaitement.

Cet appareil comporte un socle dont la base épouse la forme de la section transversale de la traverse ; il se pose donc automatiquement suivant l'axe longitudinal de celle-ci et sa position correcte par rapport aux lumières à découper est assurée par un teton pénétrant dans la lumière existante voisine de celle à découper.

Ce socle porte deux petits chariots superposés se déplaçant, l'un dans le sens longitudinal, l'autre dans le sens transversal par rapport à la traverse.

Le chariot supérieur porte le chalumeau et un gabarit correspondant aux dimensions des lumières.

D'autre part, sur le socle est montée une potence

supportant un aimant permanent disposé verticalement et se terminant à la partie inférieure par un « doigt magnétique » cannelé pénétrant dans le gabarit dont il est question ci-dessus.

Ce doigt magnétique peut être animé d'un mouvement de rotation autour de son axe vertical.

Grâce au magnétisme, le gabarit adhère au doigt-guide et la rotation de ce dernier assure, par frottement, le déplacement du gabarit et, par conséquent, des chariots et du chalumeau ; les cannelures ont pour effet de concentrer le flux magnétique aux points de contact et d'augmenter l'adhérence.

Deux appareils furent commandés à titre d'essai en décembre 1950.

Le poinçonnage proprement dit des lumières est une opération peu coûteuse, facile et précise ; mais elle implique l'enlèvement et le remplacement des traverses dans la voie, opérations qui peuvent être préjudiciables à la stabilité de celle-ci.

Les procédés par forage mécanique présentaient peu d'intérêt parce que fort coûteux : ils impliquaient, en effet, une consommation de force motrice relativement élevée puisqu'ils nécessitaient la transformation en copeaux de toute la matière à enlever ; ils entraînaient aussi une consommation importante d'outillage coûteux : forets ou fraises.

Il nous fut cependant présenté un appareillage qui mérite d'être signalé en raison de l'ingéniosité de sa conception.

Il comporte une tire-fonneuse mécanique standard à l'aide de laquelle on fore, en premier lieu, deux trous ronds de 19 mm de diamètre correspondant à la largeur des lumières et distants, d'axe en axe, de 22,5 mm ; on fixe ensuite dans la tire-fonneuse un outil reproducteur qui, par sa rotation, transforme ces trous ronds en trous carrés et il ne reste plus qu'à enlever, à l'aide d'un

mandrin chassé à la masse, la cloison de 3,5 mm d'épaisseur séparant les 2 trous pour obtenir une lumière de 41,5 mm de longueur.

Un équipement semblable a été commandé à titre d'essai en novembre 1951, mais il ne fut fourni que fin 1952 et n'arriva sur place qu'après que le choix fut fait des procédés à utiliser.

Dès juillet 1950, on entama sur place divers essais pratiques avec chronométrage de préparation des traverses métalliques anciennes en vue de déterminer le système de perçage à adopter et de réunir tous les éléments nécessaires à apprécier les durées et les coûts de ces travaux préparatoires aussi bien que de ceux de l'opération proprement dite du changement d'écartement.

En juin 1952 fut décidée la construction de la jonction Kamina-Kabalo et il importait de conclure, car le matériel nécessaire devait être commandé sans retard puisque le changement d'écartement devait être opéré avant la mise en service de la nouvelle ligne.

A ce moment, les résultats acquis laissaient en compétition le découpage au chalumeau et le poinçonnage, car les prix de revient de la préparation d'une traverse par chacun de ces procédés étaient pratiquement les mêmes.

Le poinçonnage des traverses avait le gros avantage de donner des lumières correctement percées.

Dans certaines circonstances de nature de terrain et de saison, le « moule » des traverses restait intact ; dans d'autres, il se désagrégeait plus ou moins et un rebourrage était nécessaire après mise en place des traverses poinçonnées, mais la stabilité de la voie n'en était pas altérée.

Cette méthode obligeait à enlever partiellement le ballast entre les traverses, mais cette opération supplémentaire était mise à profit pour procéder au triage du ballast.

Le découpage au chalumeau à l'aide de l'appareil reproducteur décrit ci-avant, avait l'avantage de ne pas déranger le moule des traverses.

Par contre, il présentait comme inconvénient de réaliser de moins belles lumières et de ne pas donner de résultat dans 3 à 5% des cas en raison de la qualité du métal ; les traverses « réfractaires » devaient être poinçonnées ; il y avait aussi un certain risque d'altération du métal. Enfin, l'approvisionnement en oxygène constituait une sujétion ; mais, dès avril 1953, il put être assuré par le siège de Manono de la société GÉOMINES.

Bref, dans leur ensemble, les deux procédés se valaient et on estima opportun de ne pas s'en tenir uniquement à un seul, car à l'application, les avantages et les inconvénients pouvaient prendre des importances relatives autres que celles qui étaient apparues au cours des essais et ainsi, si de besoin, on aurait pu étendre davantage l'application de l'un de ces deux procédés.

On commanda vingt appareils reproducteurs avec chalumeau et 4 poinçonneuses de traverses spécialement conçues, actionnées par moteur individuel à essence de 5 C.V. Trois de ces poinçonneuses étaient destinées au chantier volant se déplaçant le long de la voie ; la 4^e était nécessaire pour le perçage des traverses des branchements dont il sera question ci-après. Ce matériel fut sur place respectivement en octobre 1953 et en mars 1954.

Entre-temps, on poursuivit le travail avec le matériel dont on disposait, y compris les poinçonneuses des ateliers et, à fin mai 1954, on avait déjà préparé environ 230.000 traverses.

A partir de ce moment, l'allure put être considérablement augmentée et le travail progressa comme suit :

en juin 1954	préparation de	26.330	traverses
juillet 1954	»	34.115	»
août 1954	»	36.200	»
septembre 1954	»	44.031	»
octobre 1954	»	52.077	»
novembre 1954	»	52.762	»
décembre 1954	»	63.582	»
janvier 1955	»	60.511	»
février 1955	»	56.855	»
mars 1955	»	61.305	»
avril 1955	»	55.454	»
mai 1955	»	24.700	»

soit, en un an, un total de 567.922 traverses.

De ce total, 239.374 traverses ont été percées au chalumeau et 328.548 l'ont été à la poinçonneuse.

Une équipe de 8 indigènes, ne comprenant que 2 hommes pour l'appareil reproducteur au chalumeau : un artisan et un aide, ont découpé couramment 200 lumières par jour, soit 100 lumières par homme /jour.

A titre comparatif, aux chemins de fer suisses, une équipe de 6 hommes, comprenant, notamment, 1 homme pour tracer le gabarit, 1 homme pour marquer au poin-teau et 2 hommes pour le chalumeau, «reconditionnait» 250 traverses par jour, c.-à.-d. 1.000 lumières, soit 250 lumières par homme /jour ; le travail consistait uniquement dans l'agrandissement, de sorte que la longueur de découpe par lumière n'était que de 72 mm contre 121 mm pour les traverses C.F.L., plus le trou d'amorçage.

Dans ces conditions, la comparaison donne la proportion de 100 pour le C.F.L. contre 140 environ pour les C.F.F.S.

Comme le montre la *Planche 9*, il y avait aussi, au 2^e tronçon, environ 112.000 traverses en bois posées entre Kongolo et Kabalo.

Pour l'adaptation de ces traverses, il n'y avait pas

d'autre solution que le forage de 2 trous supplémentaires ; cette opération était à faire en dernier lieu de manière à éviter l'altération des nouveaux trous ou leur obstruction par des matières terreuses.

Comme l'exécution du changement d'écartement était prévue pour la mi-1955, ce forage fut exécuté à partir de fin mars 1955 à l'allure de 1,500 km par jour.

La même équipe effectua la même opération sur les traverses en bois de la section Kabalo-Zofu de la nouvelle jonction ferrée.

En effet, comme cette section devait permettre, pendant les travaux, l'acheminement de tout ce qui était destiné au chantier du pont de Zofu sur le Lualaba, elle a dû être posée tout d'abord à l'écartement métrique. Cette pose a dû être faite peu de temps après la décision de la construction de la ligne, car des travaux ont dû y être entrepris bien avant que l'entrepreneur adjudicataire ne commence l'installation de son propre chantier, puisqu'il fallait y prévoir, notamment, des habitations pour les surveillants de la Compagnie et un dispensaire.

C'est ainsi que cette section a été posée sur traverses en bois qui étaient seules disponibles à ce moment-là.

Lors du changement d'écartement, les trous devenus inutiles ont été fermés par des broches pour éviter qu'ils ne deviennent une amorce de pourriture des traverses.

Les branchements de voie anciens, au nombre de 120 environ, ont demandé également un travail important d'adaptation. Tous ces branchements étaient posés sur traverses en bois. La seule façon de permettre le changement d'écartement de ces branchements sans tâtonnements ni risques d'erreurs, était de remplacer les traverses en bois par des traverses métalliques comportant les divers perçages requis.

A cette fin, 5.000 traverses anciennes ont été retirées de la pleine voie et remplacées par des traverses à 6

trous. Ces traverses anciennes ont ensuite été soudées bout à bout aux longueurs requises et percées dans nos ateliers.

Tous ces travaux de préparation de la voie ont nécessité l'enlèvement rapide des attaches des rails et, à cette fin, il a été commandé un certain nombre de tire-fonneuses mécaniques, de manière à accélérer cette opération et limiter au minimum l'intervention de la main-d'œuvre et les interruptions de circulation. Ces tire-fonneuses mécaniques étaient d'ailleurs tout aussi nécessaires lors de l'exécution de l'opération proprement dite du changement d'écartement.

Quant au matériel roulant, la préparation a donné lieu également à des études nombreuses et variées en raison de la diversité de ce matériel ancien.

Il a fallu commander de nouvelles pièces dont 170 essieux, 50 trains et 32 roues et effectuer d'importants travaux de transformation.

Il est important de signaler que, grâce aux diverses mesures prises, tout le matériel a pu être adapté au nouvel écartement ; il n'y a donc eu aucune perte de matériel.

Tous ces travaux de préparation qui ont fait l'objet de nombreux plannings ont été menés à bonne fin et étaient terminés au début du second semestre de 1955, époque que l'on s'était assignée pour effectuer le changement d'écartement.

Cette période coïncide avec l'étiage le plus bas du Bief moyen du Lualaba, lequel entraîne généralement un ralentissement du trafic ; de plus, par mesure de précaution, les envois d'essence de Léopoldville en destination de l'Est se font de façon massive au cours du premier semestre.

Outre l'adaptation du matériel ancien, il y avait à régler minutieusement les diverses opérations qu'allait comporter le changement d'écartement proprement dit.

Pour mettre en évidence la complexité du problème, on rappellera que, pour surécarter la voie, il ne suffisait pas de riper un rail, car, dans les courbes, il fallait allonger ou raccourcir certains coupons de rail selon que le rail ripé se trouvait du côté extérieur ou du côté intérieur de la courbe.

Ce problème fut résolu de la manière suivante :

Lorsque la différence à rattraper n'excédait pas 40 à 50 mm, il suffisait de desserrer les éclissages de quelques joints pour répartir cette différence.

Dans les autres cas, il fallait raccourcir ou allonger la file de rails.

Pour la raccourcir, il fallait préalablement raccourcir un rail, forer sa nouvelle extrémité et tenir en place le bout recoupé par une éclisse cornière marquée à la couleur.

Pour l'allonger, il fallait, au jour « J », remplacer, dans l'alignement précédant ou suivant immédiatement la courbe, un coupon de rail par un autre, plus long et foré, préparé spécialement et amené préalablement à proximité, ou intercaler un bout de rail de la longueur voulue.

Autre exemple : la voie surécartée allait être désaxée de 3,5 cm par rapport à la voie métrique ; cela ne présentait aucun inconvénient en pleine voie ; mais il n'en était pas de même dans le voisinage de certaines installations fixes, notamment au passage de certains ponts.

Il a donc fallu tout d'abord étudier, dans tous les détails, les diverses opérations à effectuer ainsi que la meilleure façon de réaliser chacun des divers travaux à exécuter à la voie et au matériel roulant, ce qui a conduit à certains outillages de conception spéciale ; ensuite, on a dû déterminer les temps alloués aux diverses tâches ; en déduire les effectifs nécessaires ; répartir les diverses tâches ; définir avec précision celles attribuées à chacun ;

régler les mouvements des trains pendant les derniers jours d'exploitation à l'écartement de 1 mètre de manière à évacuer, avant l'opération, le maximum de cargo devant emprunter la ligne à transformer ; amener à pied d'œuvre le personnel de renfort, son outillage et son ravitaillement et acheminer les locomotives, wagons et voitures aux endroits prévus pour leurs transformations ; assurer les communications téléphoniques pendant les opérations avec les diverses équipes disséminées le long de la voie ; rendre possibles les déplacements des agents de surveillance sur toute la longueur de la ligne ; assurer le ravitaillement, le logement et les soins médicaux des équipes de la voie.

Chaque question a dû être réglée avec toute la minutie d'une « mobilisation militaire » et on s'est efforcé même de prévoir les contretemps susceptibles de se présenter, de manière à éviter, dans la plus large mesure possible, que la réalisation du planning d'ensemble soit contrariée par des imprévus.

Toute cette étude a nécessité la rédaction de près de 200 notes d'instructions et l'établissement de plus de 100 plans, dessins, tableaux et graphiques, ce qui n'a rien d'étonnant eu égard à la diversité du matériel résultant de l'évolution inévitable de celui-ci au cours des temps et selon les besoins, malgré le souci constant de standardisation.

Chaque agent responsable avait ainsi son « dossier de mobilisation ».

Dans ses grandes lignes, l'opération a été organisée comme suit :

Après divers transferts au tronçon Stanleyville-Ponthierville, le matériel à transformer comportait : 475 wagons et voitures dont 388 à bogies, 38 locomotives, 800 km de voie et 350 aiguillages.

Deux chantiers ont été créés : l'un à Albertville et l'autre à Kongolo, pour la transformation des wagons

et voitures, une cinquantaine de wagons devant toutefois être transformés à Kindu (Port-Empain).

Chacun de ces 2 chantiers comprenait un faisceau de 7 à 8 voies pour le parage des véhicules, un chantier de transformation composé de 3 voies comportant chacune un emplacement pour le levage des wagons et une presse à décaler de 500 tonnes ; ils étaient pourvus de l'éclairage électrique et, à Kongolo, la force motrice était fournie par une centrale de fortune comprenant un groupe électrogène de 310 kVA et un groupe de secours.

Ces presses ont été conçues spécialement pour permettre le décalage des roues des trains composant les bogies sans devoir les en retirer, ce qui a permis un gain de temps considérable ; près de 80% des bogies ont pu être surécartés de cette façon.

Pour parer aux imprévus, chaque chantier disposait d'une réserve en essieux, trains de roues et bogies ; à cette fin, on avait commandé 100 essieux, 50 trains de roues et 20 bogies.

Les voies de chantier étaient à poser à 1 mètre ainsi que le peigne de branchements y donnant accès d'un côté ; de l'autre côté, les branchements du peigne ainsi que la voie de tiroir y faisant suite étaient à poser à 1,067 m.

Deux locomotives de manœuvre à 1,067 m devaient être mises en place sur cette voie de tiroir avant le début des opérations ; deux autres, à l'écartement de 1 m, manœuvraient les wagons à transformer.

Quant aux 3 voies du chantier de transformation, elles étaient, d'un côté, à la jauge métrique et, de l'autre, à la jauge anglaise. A l'entrée, on passait de l'écartement ancien à l'écartement nouveau sur une longueur de 7 m et, pour éviter que les bogies avant transformation ne déraillent, il était prévu 2 contre-rails intérieurs disposés de telle manière que les trains de roues soient guidés par la face intérieure des bandages comme le montre la *Planche 11*.

Le cheminement des wagons était prévu comme suit : les wagons extraits du peigne de branchements à 1 m devaient être poussés sur une voie de transformation ; une locomotive à 1,067 m les en retirait et les amenait d'abord sur la voie de tiroir et ensuite sur les voies de parcage dont l'écartement était modifié au fur et à mesure de l'enlèvement des wagons à 1 m.

Dès qu'un wagon était amené sur une voie de transformation, on déconnectait la timonerie de frein ; le wagon était ensuite soulevé à l'aide de vérins de la quantité nécessaire pour permettre le dégagement des bogies.

Au préalable, les pivots des bogies de certains wagons, dont la longueur excédait la levée des vérins, avaient été relevés de la quantité nécessaire pour que les bogies puissent être dégagés par les vérins prévus.

Il devait en être ainsi, car les wagons qui se trouveraient chargés au moment où l'opération serait effectuée devaient être transformés sans déchargement de la marchandise et on n'aurait donc pas pu, dans ces conditions, accéder aux pivots des bogies pour les relever de la quantité nécessaire.

Je cite ce détail, choisi parmi tant d'autres, pour montrer la minutie avec laquelle il a fallu tout prévoir et tout régler pour éviter les contretemps et les conséquences fâcheuses qui auraient pu en résulter pour le déroulement des opérations.

Une fois les bogies dégagés d'en dessous des wagons, on modifiait la position des sabots de frein ; les bogies étaient ensuite soulevés par une grue HYSTER qui les amenait à la presse. Après décalage des roues, la même grue ramenait les bogies à leur point de départ. On les replaçait sous les wagons, et, après connexion avec la timonerie de frein, les wagons transformés pouvaient être évacués.

La transformation des locomotives réclamait un travail d'atelier important, car, pour la plupart des grosses

locomotives de ligne, qui comportent 6 à 7 essieux, il a fallu procéder au remplacement des bandages et réduire au tour le diamètre des centres de roue.

Le 1^{er} septembre, tout trafic cessa sur le tronçon Kindu (Port-Empain) — Albertville.

La veille, les attaches, à raison d'une traverse sur deux, avaient été enlevées et le crapaud extérieur placé dans sa nouvelle lumière, ce qui n'empêcha pas la circulation des derniers trains amenant les wagons et les locomotives aux emplacements qui leur avaient été assignés pour leur transformation et distribuant, tout au long de la ligne, les renforts en personnel : environ 50 Européens et quelque 1.000 travailleurs indigènes, prélevés parmi les effectifs des autres parties du réseau.

Des équipes de 13 à 20 indigènes, disposant de tire-fonneuses mécaniques, s'attaquèrent chacune aux 10 km de pleine voie qui leur avaient été assignés ; d'autres équipes, de 15 hommes, s'attaquèrent aux appareils de voie ainsi qu'aux voies de garage ; 2.000 travailleurs encadrés par 46 Européens, furent affectés aux travaux de la voie.

L'avancement de ces travaux était contrôlé par un ingénieur dont le « quartier général » était installé à Kongolo.

En même temps, on attaquait la transformation des wagons en chantiers et celle des locomotives en ateliers ; on y travailla de jour et de nuit ; 64 Européens et un millier d'indigènes exécutèrent les travaux au matériel roulant.

Au total, 110 Européens et 3.000 indigènes participèrent à l'« opération grand écart ».

Dès le début, celle-ci s'avéra être un immense succès, car les tâches réalisées dépassèrent largement celles assignées et cela malgré l'inexpérience du personnel de renfort ; en effet, on avait dû affecter au déplacement du rail des charpentiers, des maçons, des gens d'atelier et

des travailleurs nullement préparés aux travaux de la voie.

Tous travaillèrent dans un indescriptible enthousiasme, malgré la dureté des conditions de travail.

Grâce au dévouement extraordinaire de tout le personnel, les premiers trains de contrôle purent être lancés de Kongolo dès le 7 septembre, soit six jours après le début des travaux et avec 5 jours d'avance sur le programme ; plusieurs locomotives quittèrent Albertville le 9 ; une évacuation massive de wagons eut lieu le 10 de Kongolo sur Kindu (Port-Empain) et, le 11 septembre, le trafic normal reprenait.

L'interruption de trafic fut donc limitée à une dizaine de jours et, à part les usagers locaux, le commerce ne s'en aperçut pratiquement pas, car, avant l'opération, un grand effort avait été fait pour l'évacuation du cargo se trouvant sur le réseau et qui devait emprunter le tronçon à transformer.

L'opération fut donc une réussite à tous points de vue ; cependant, le montant des dépenses estimé jadis, alors que les études n'avaient pas encore été entamées, fut largement dépassé et atteignit une cinquantaine de millions.

L'étude et l'exécution de l'« opération grand écart » font honneur à tous ceux qui en ont assumé la tâche.

Les Européens et les indigènes se sont imposé, de leur propre volonté, des prestations presque surhumaines et si la réussite a dépassé toutes les espérances, c'est que, entre Européens et travailleurs indigènes, a régné cette collaboration étroite faite d'estime et de confiance réciproques en dehors de toute discrimination de classe ou de race.

L'enthousiasme des indigènes a été vraiment remarquables ; l'absentéisme chez ces derniers a été absolument nul, car tous ont voulu « en être », bien qu'ils aient été prévenus de l'inconfort qui les attendait quant au loge-

ment et des conditions dures dans lesquelles ils auraient à travailler.

Tous sont partis en chantant et des volontaires clandestins se sont même introduits dans les trains de distribution du personnel. Détail touchant : de vieux travailleurs pensionnés qui, il y a 50 ans, posaient les premiers rails et dont les fils et petits-fils travaillent au chemin de fer ont demandé avec insistance à venir mettre la main à l'opération, ce qui leur fut accordé avec joie et souleva l'enthousiasme des travailleurs.

La collaboration des indigènes a donc été totale.

Il faut y voir la preuve de la réussite de la politique coloniale de la Belgique et les raisons d'espérer que cette collaboration s'affirmera toujours aussi étroite dans l'avenir pour le plus grand bien de tous.

Bruxelles, le 25 novembre 1955.



FIG. 1. — Mise à écartement des voies par une équipe de travailleurs indigènes.

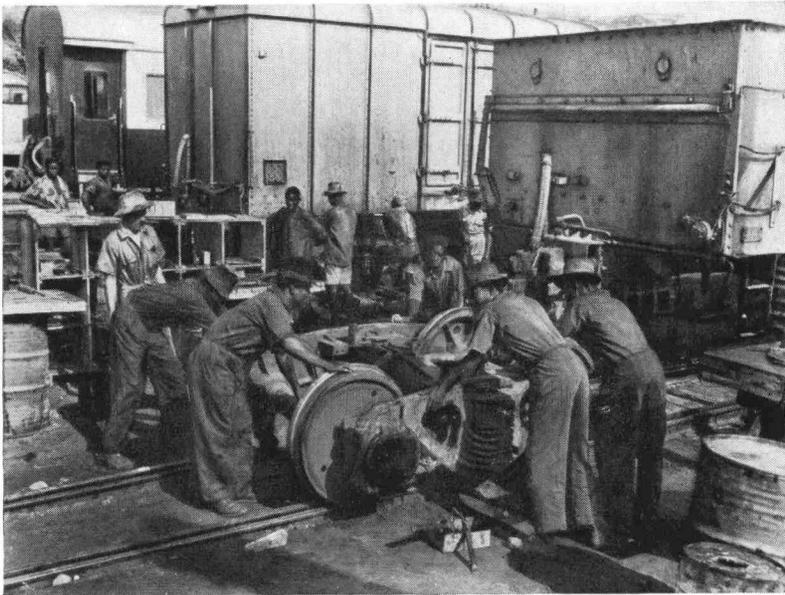


FIG. 2. — Une équipe retire un bogie de sous un wagon, préalablement mis sur blocs, afin de modifier l'écartement des roues.

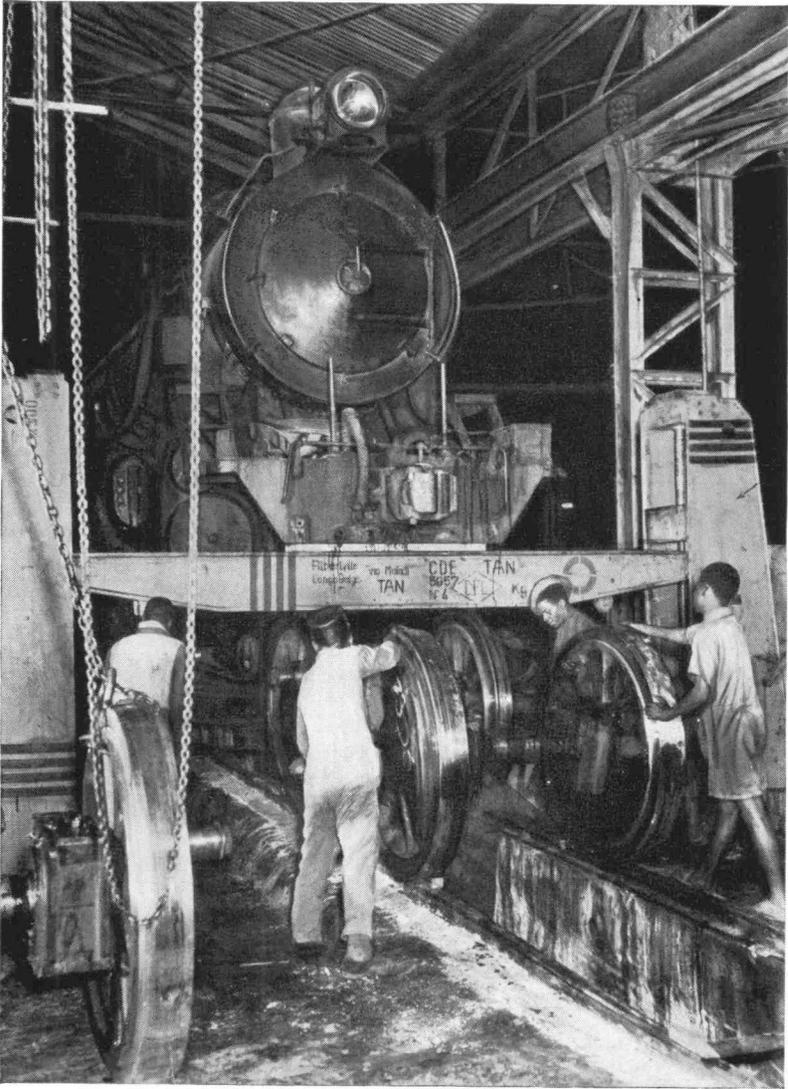


FIG. 3. — Une équipe remet en place, après qu'ils ont été portés au nouvel écartement, les trains de roues d'une locomotive soulevée par de puissants vérins.

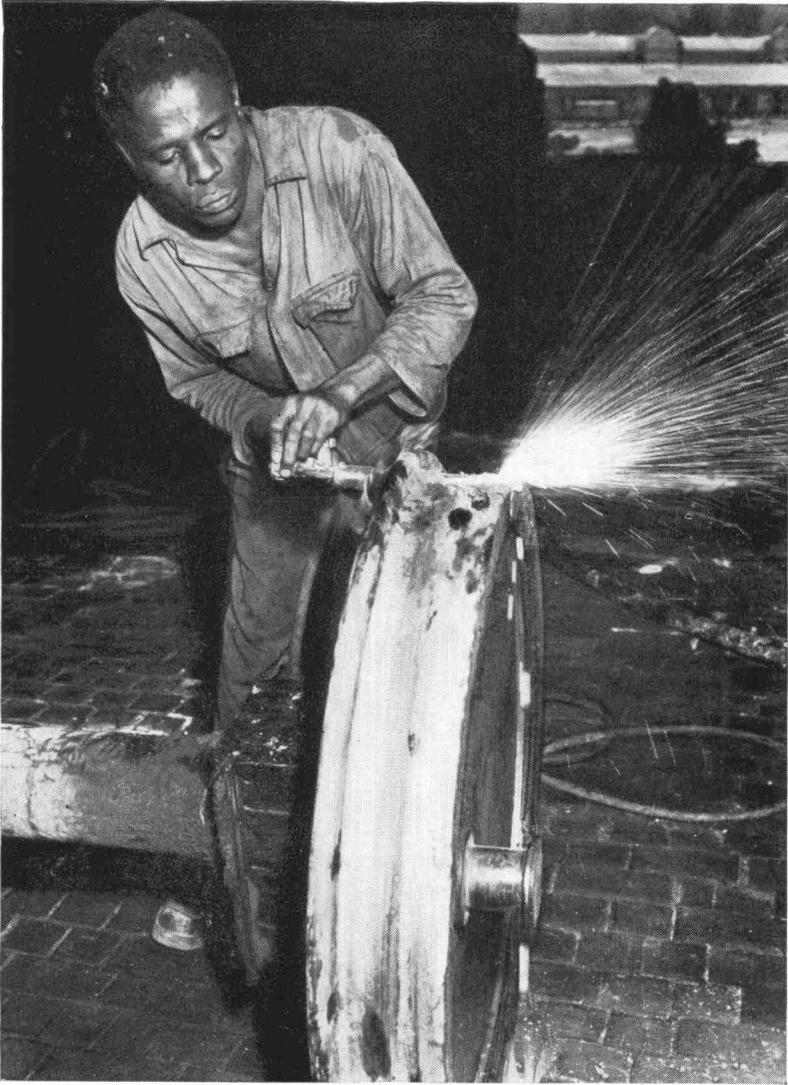


FIG. 4. — Le bandage en acier d'une roue de locomotive est coupé au chalumeau pour être enlevé et remplacé par un bandage plus large, qui sera ensuite retaillé sur un tour spécial afin d'atteindre le nouvel écartement.

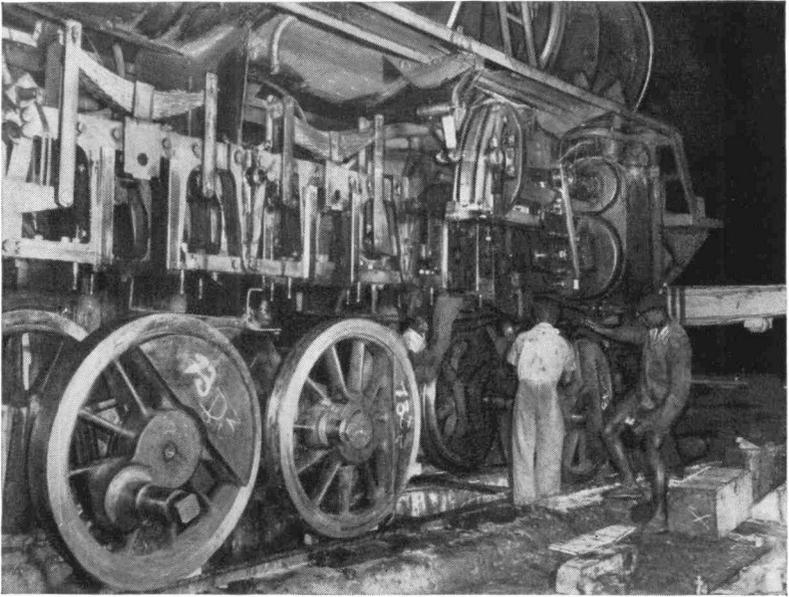


FIG. 5. — Dans un des hangars spécialement aménagés à cet effet, une locomotive est soulevée afin d'en détacher les trains de roues dont l'écartement doit être modifié.

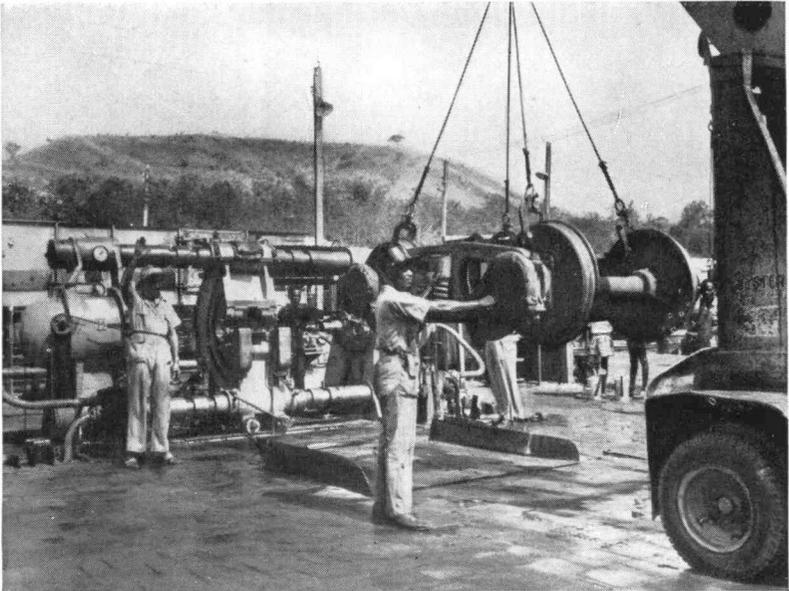
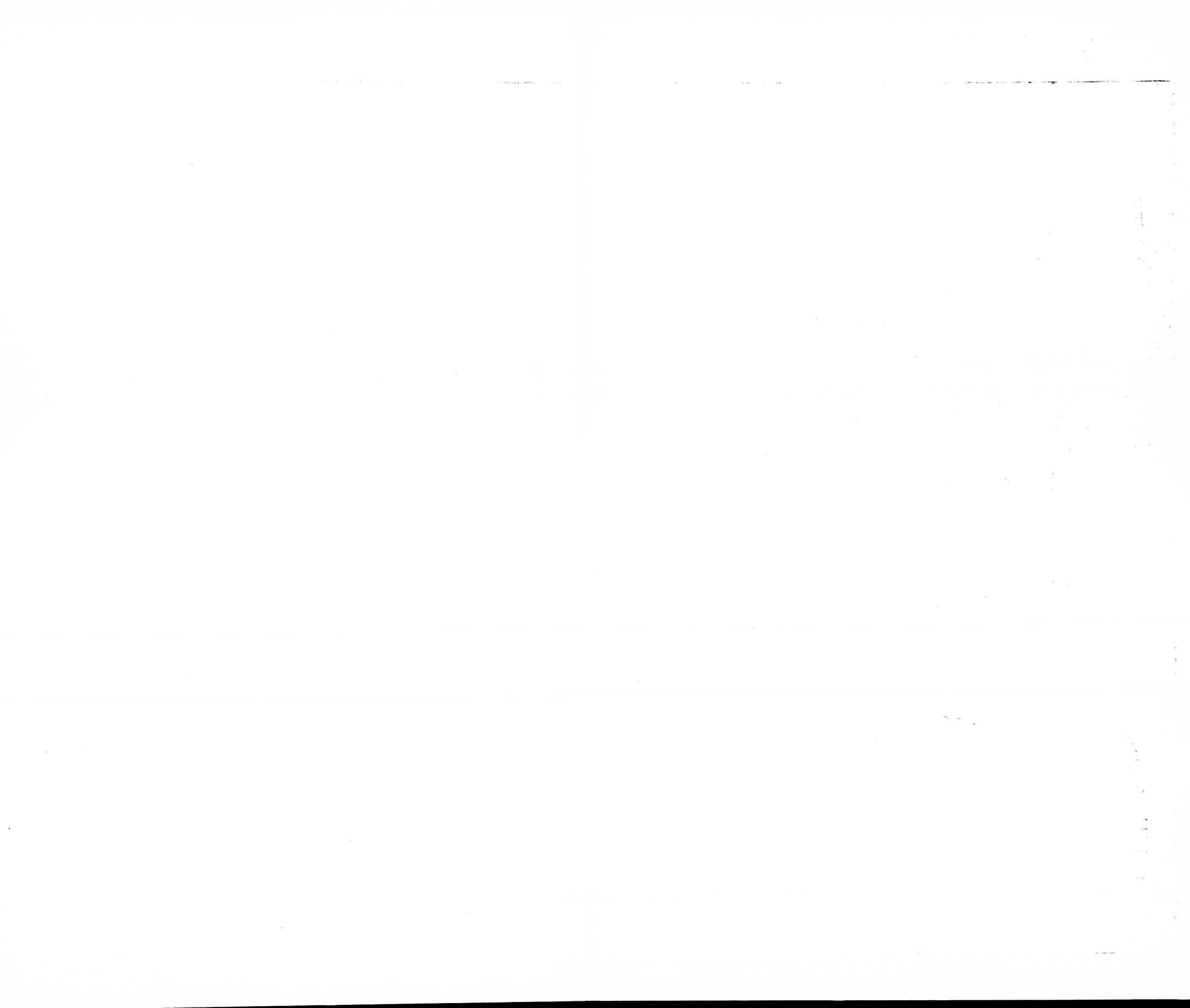
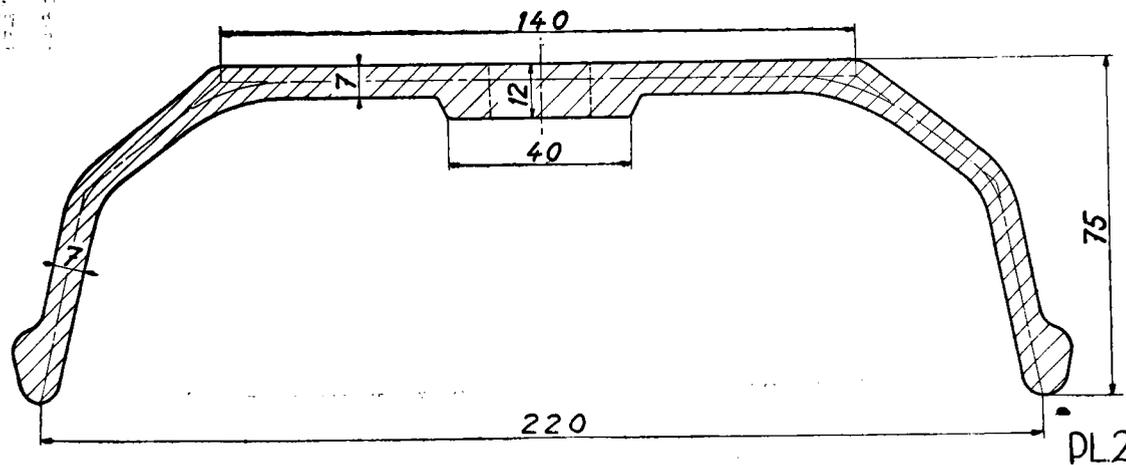
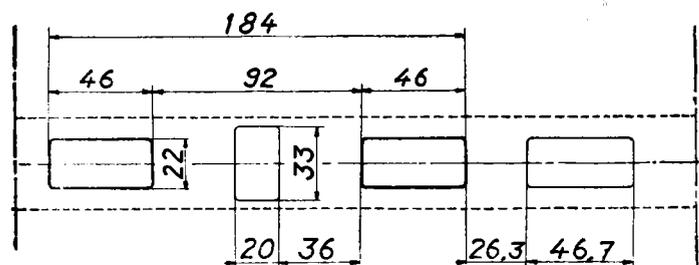
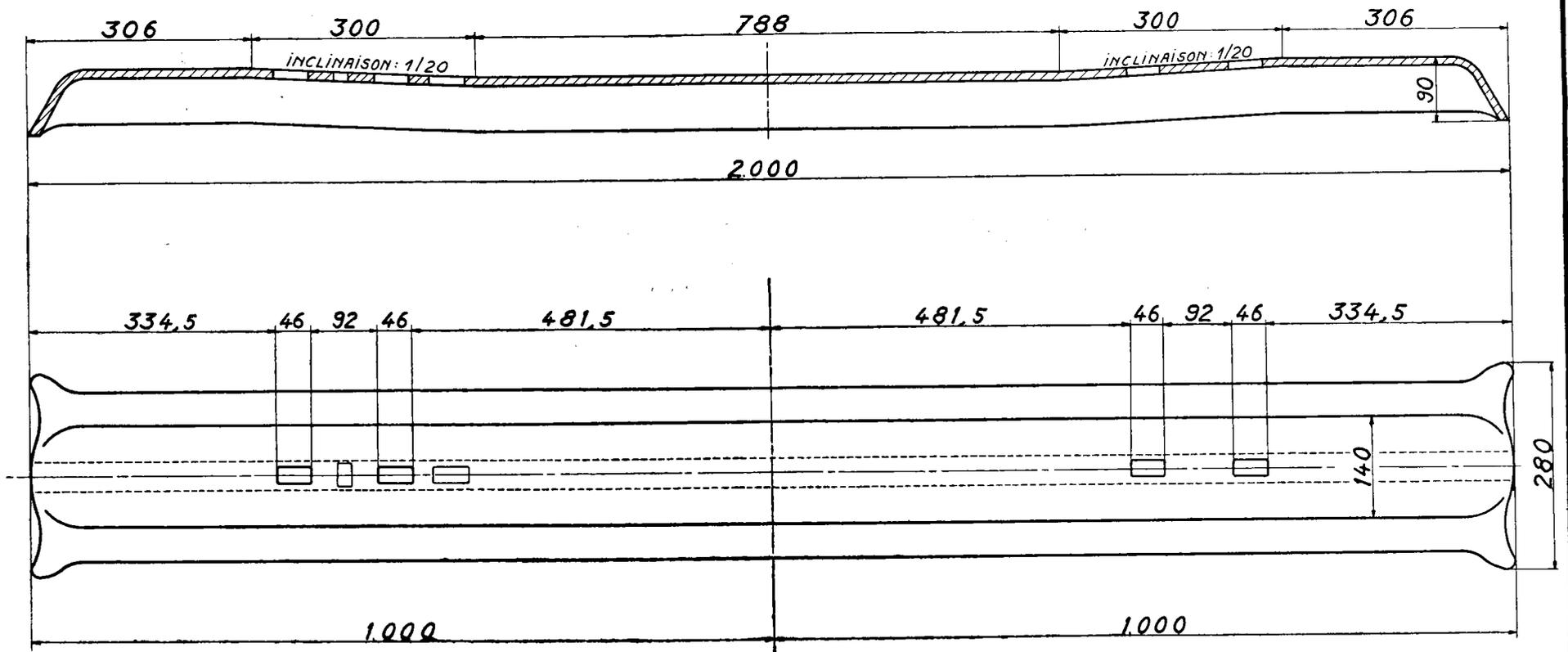


FIG. 6. — Une grue mobile apporte un bogie entier de wagon à la presse hydraulique de 250 t qui servira à modifier l'écartement des roues.

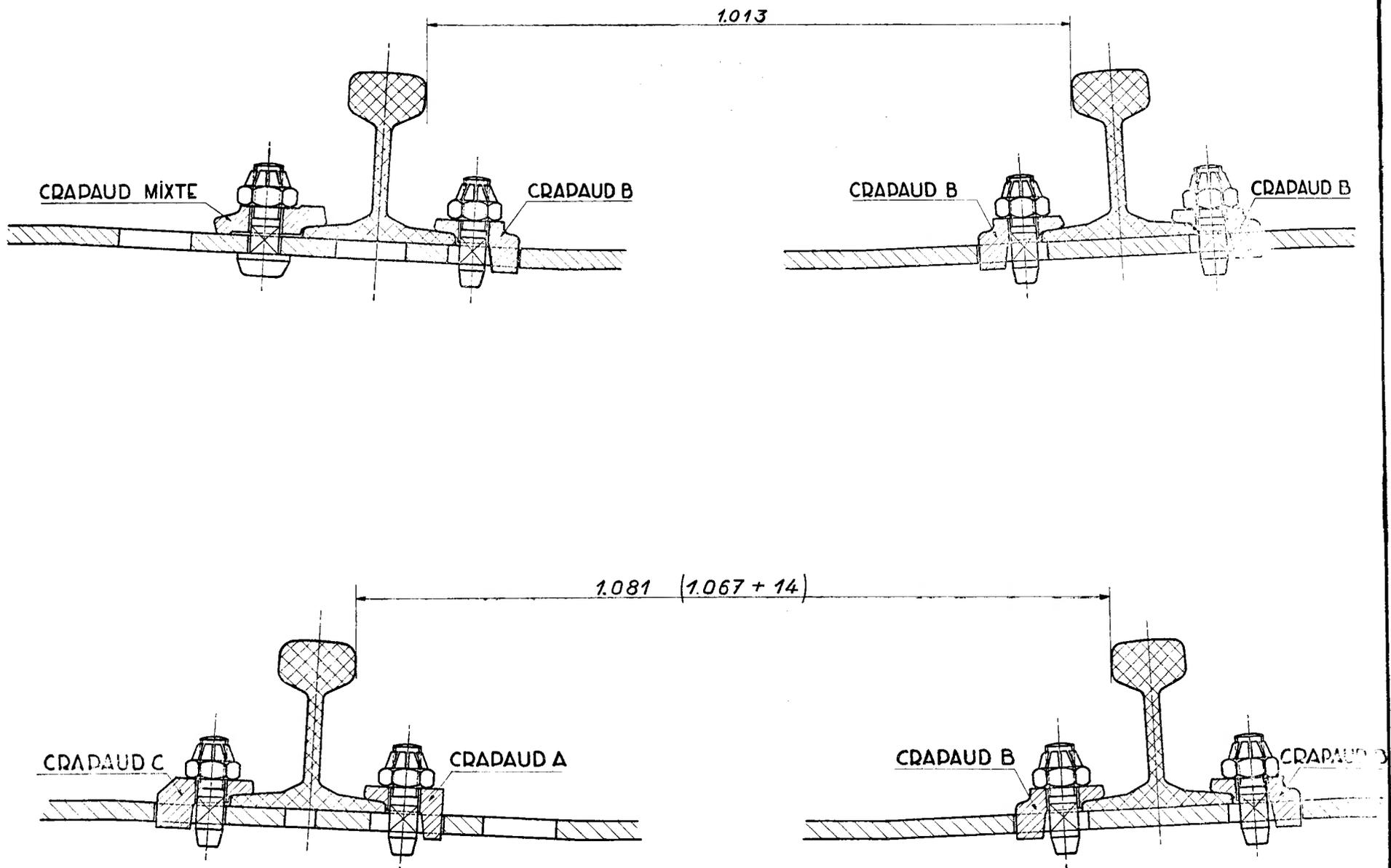


TRAVERSE METALLIQUE " A 6 TROUS "

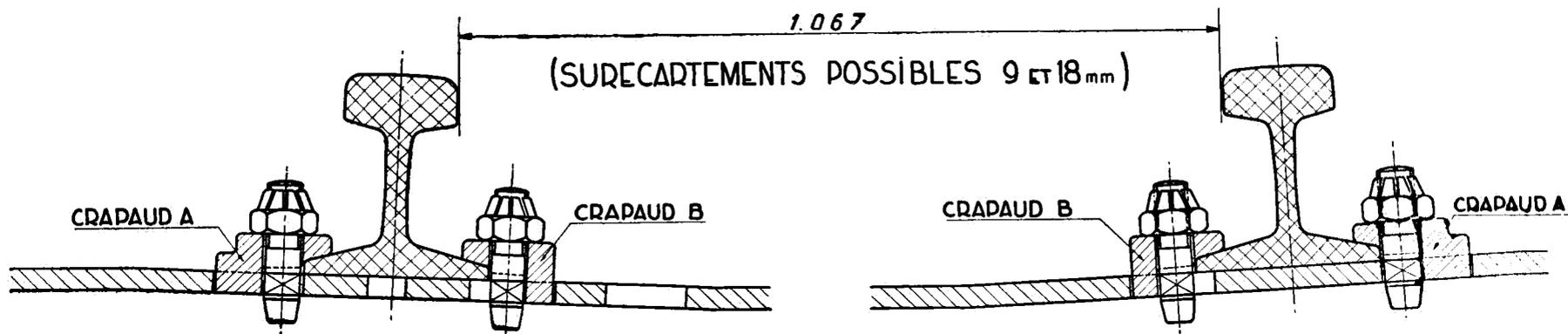
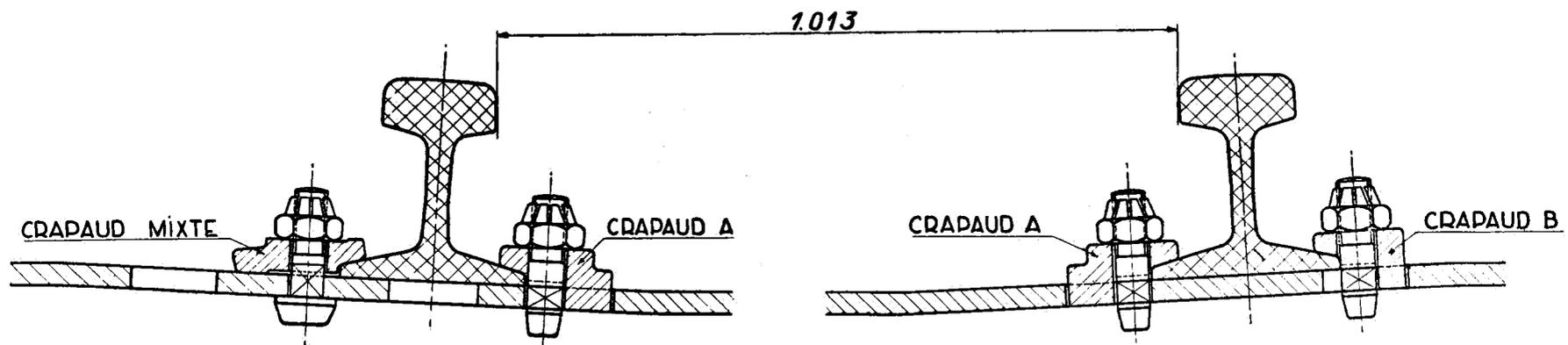




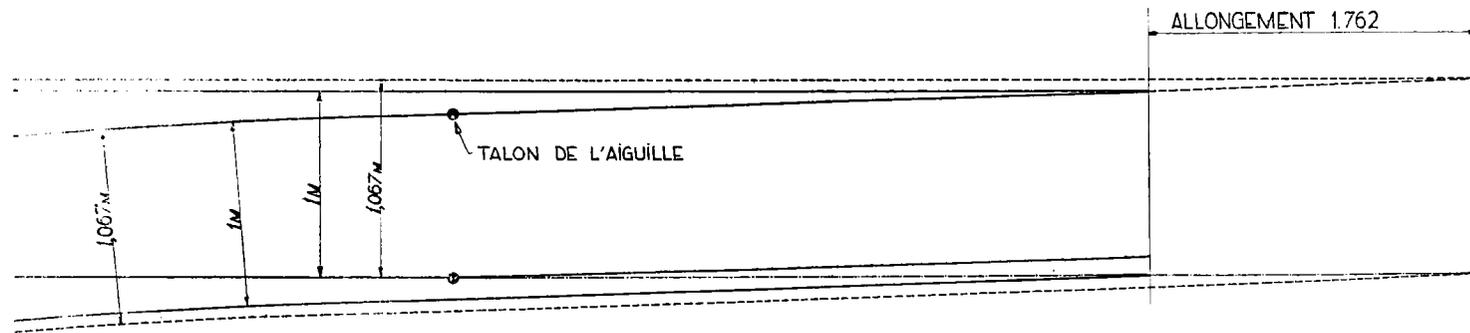
MONTAGES DU RAIL DE 24.4 Kg
SUR TRAVERSE " A 6 TROUS "



MONTAGES DU RAIL DE 29,3Kg SUR TRAVERSE "A 6 TROUS "

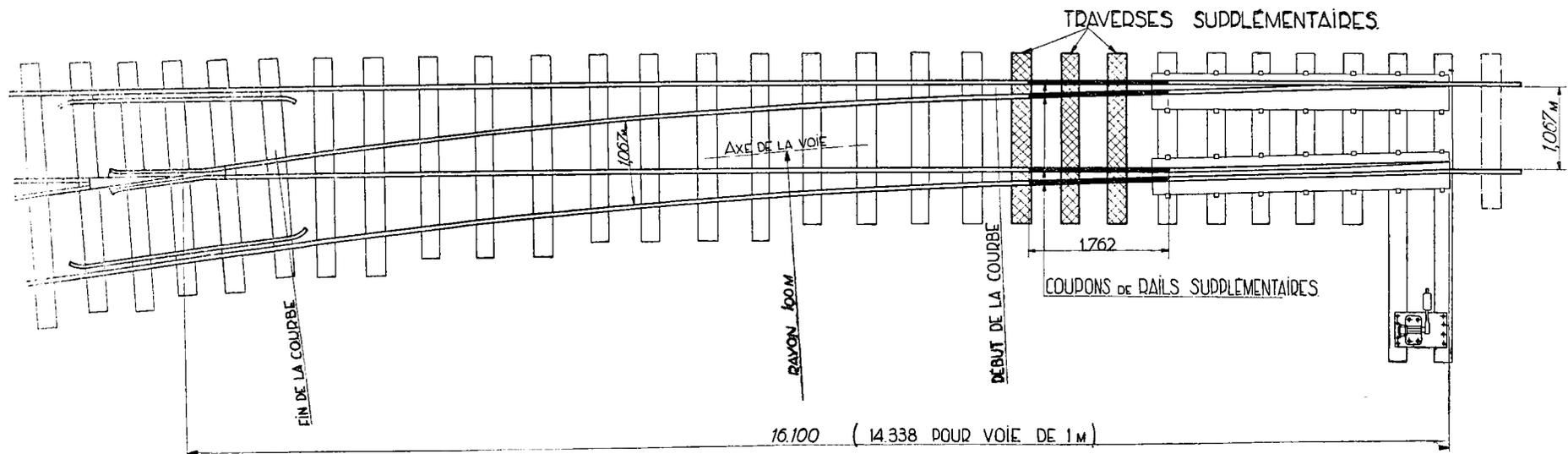


TRACÉ JUSTIFICATIF DE L'ALLONGEMENT DE L'AIGUILLAGE.



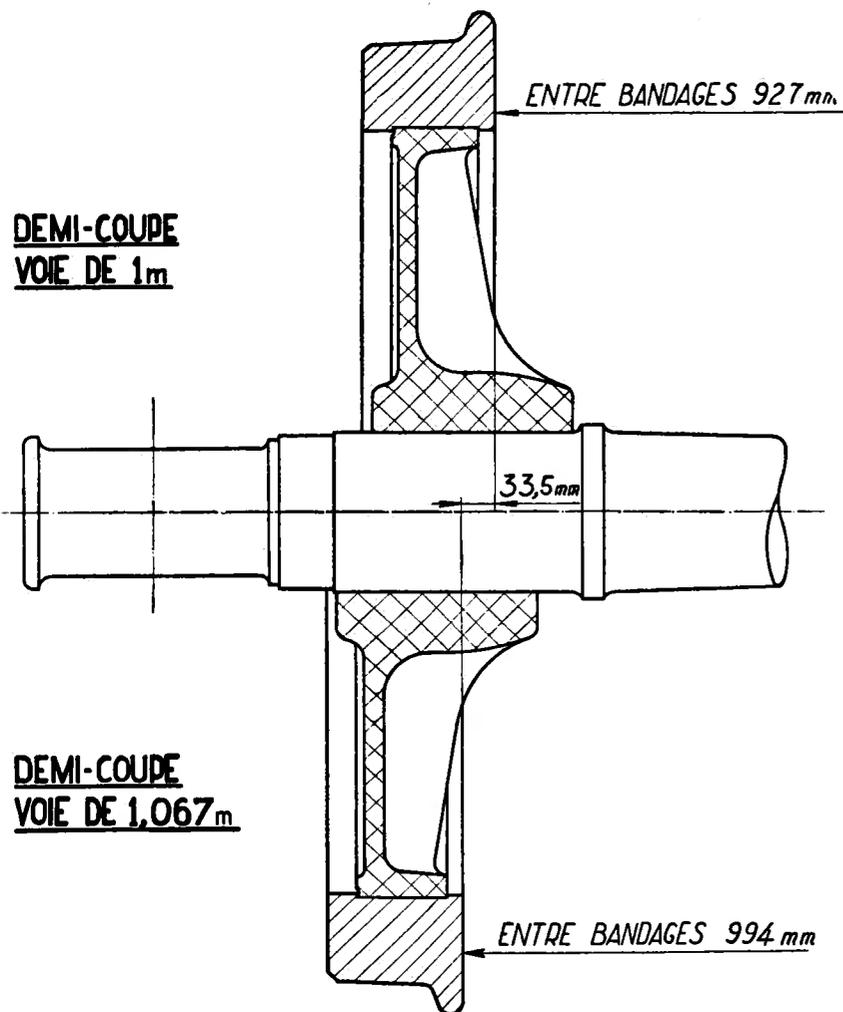
LES TRAITS REPRODUISSENT LA FACE INTÉRIEURE DU BOUDDÉLET DES RAILS

DISPOSITION SCHEMATIQUE D'UN BRANCHEMENT SURÉCARTÉ.

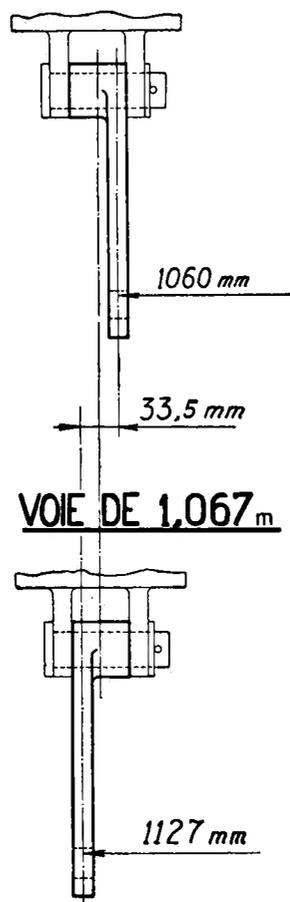


MODIFICATION DE L'ÉCARTEMENT DES VOITURES & WAGONS

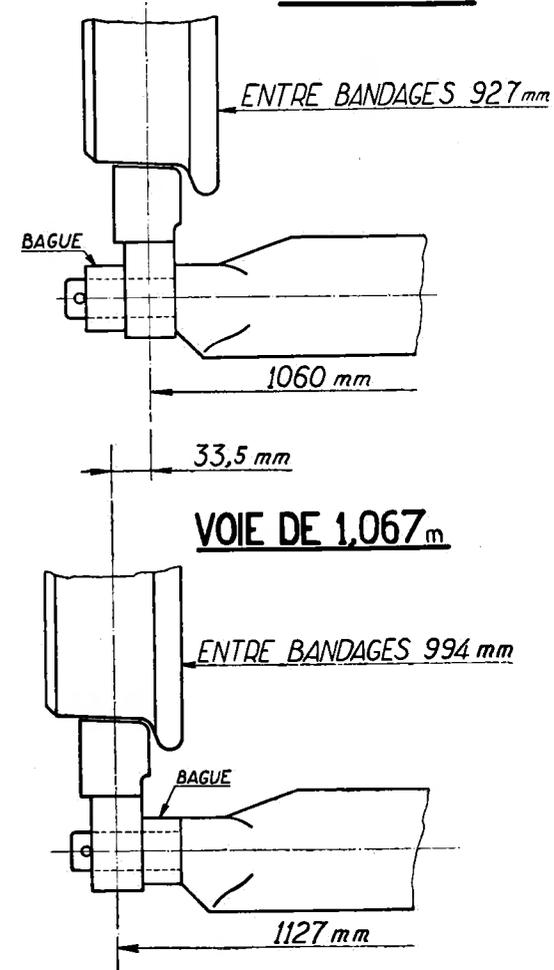
TRAIN DE ROUE



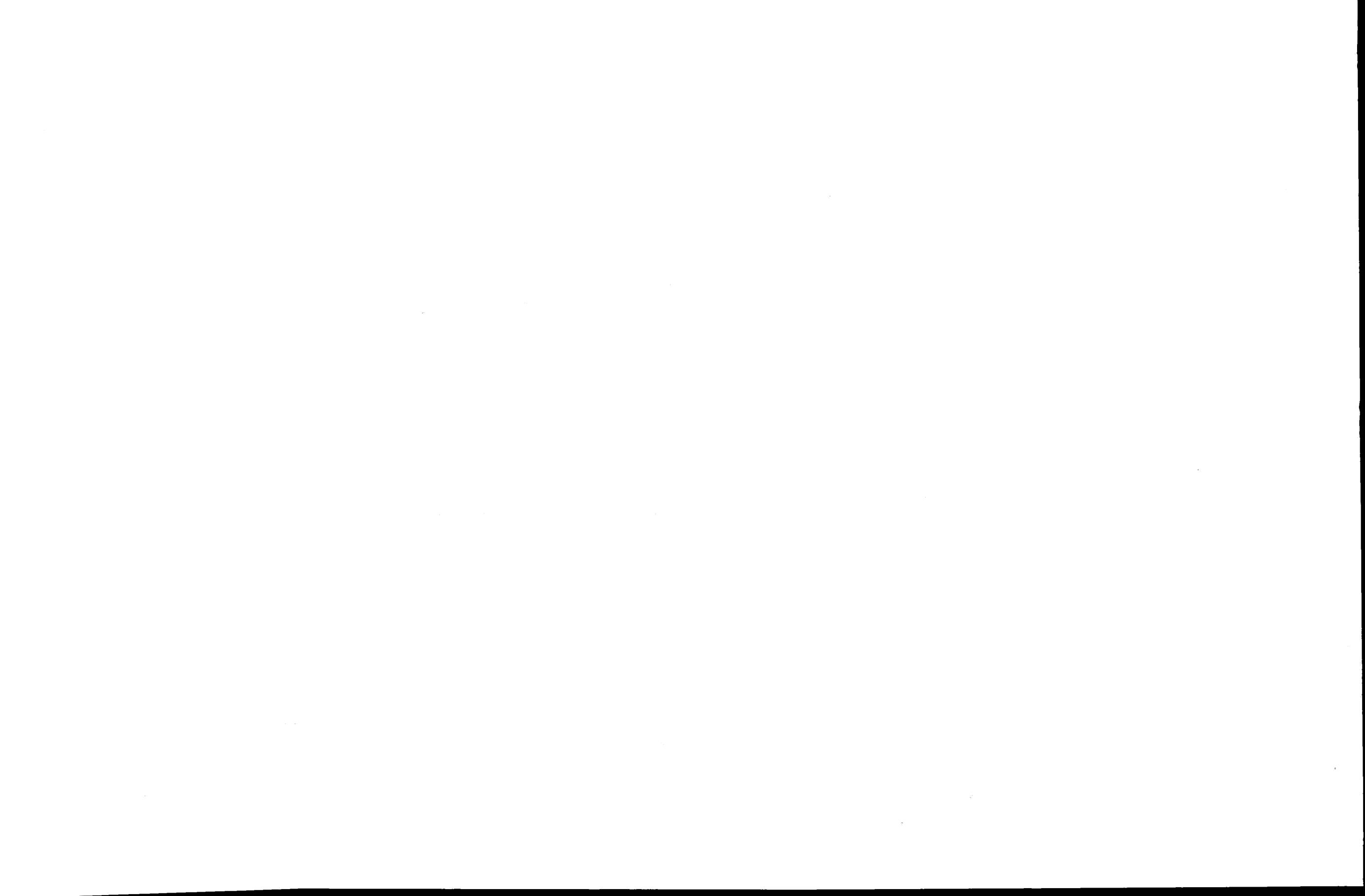
PENDULE DE SABOT VOIE DE 1m



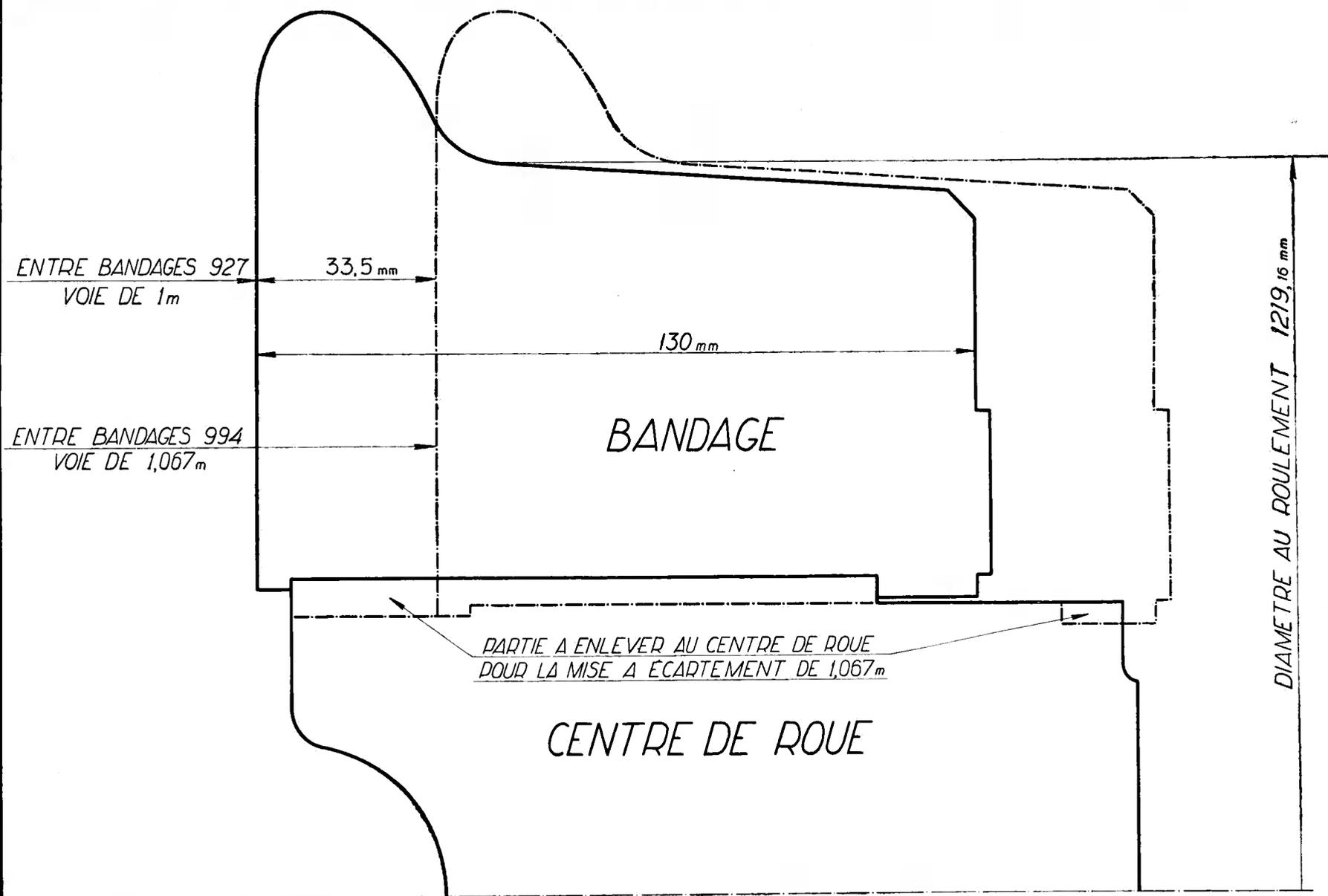
FIXATION DES SABOTS DE FREIN SUR LEUR TRINGLE D'ÉCARTEMENT VOIE DE 1m







MODIFICATION DE L'ÉCARTEMENT DES LOCOMOTIVES PAR LE SEUL DÉCALAGE DES BANDAGES



KINDU - PORT EMPAIN

REPARTITION DES TRAVERSEES

Km0 ●

- TRVERSEES METALLIQUES A "6 TROUS"
- - - TRVERSEES METALLIQUES ANCIENNES
- ▬ TRVERSEES EN BOIS

KONGOLO ● Km 355

Km 441 ●
KABALO

Km 450
Km 471
Km 484

Km 605

Km 613

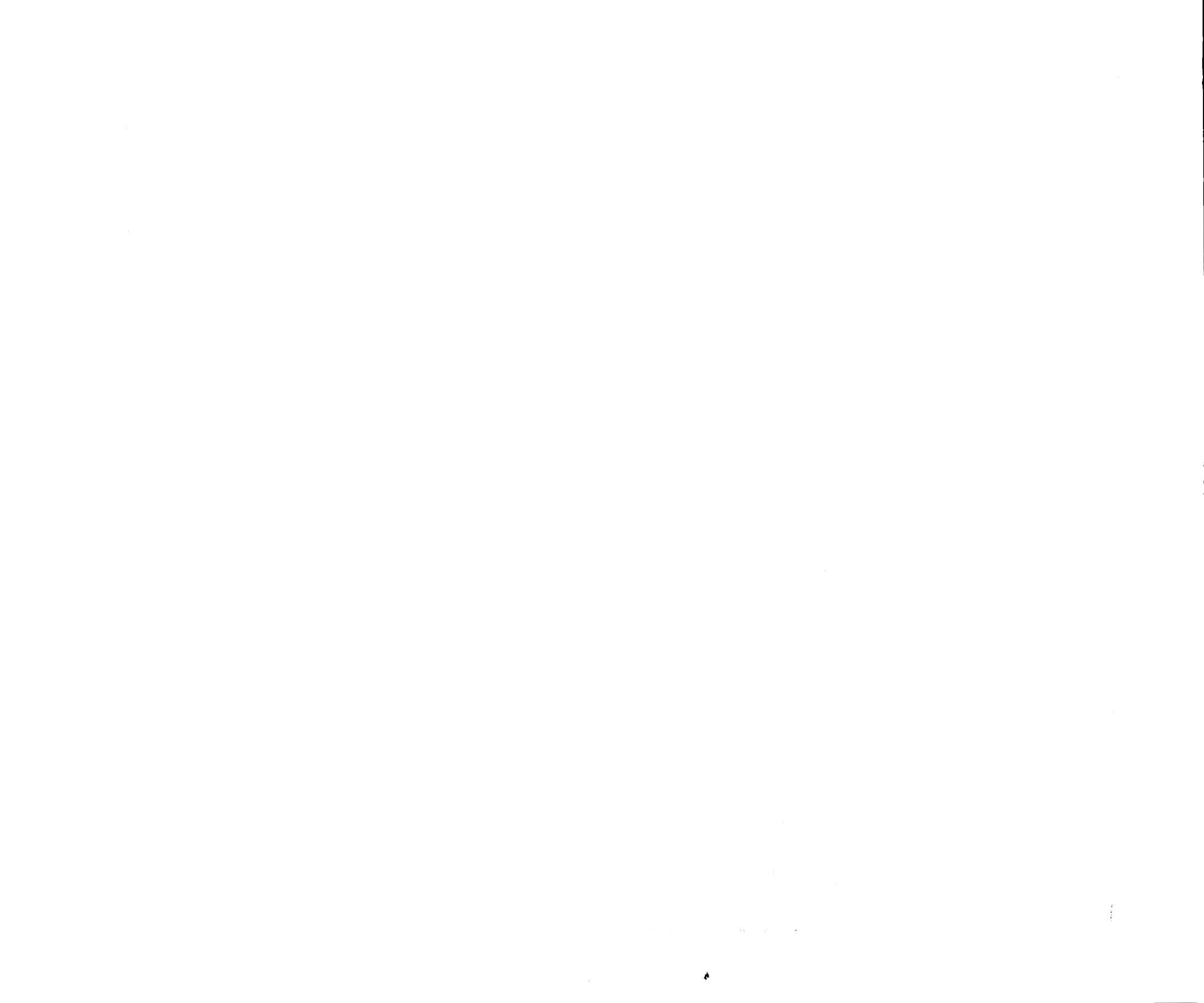
Km 648

Km 652

Km 666

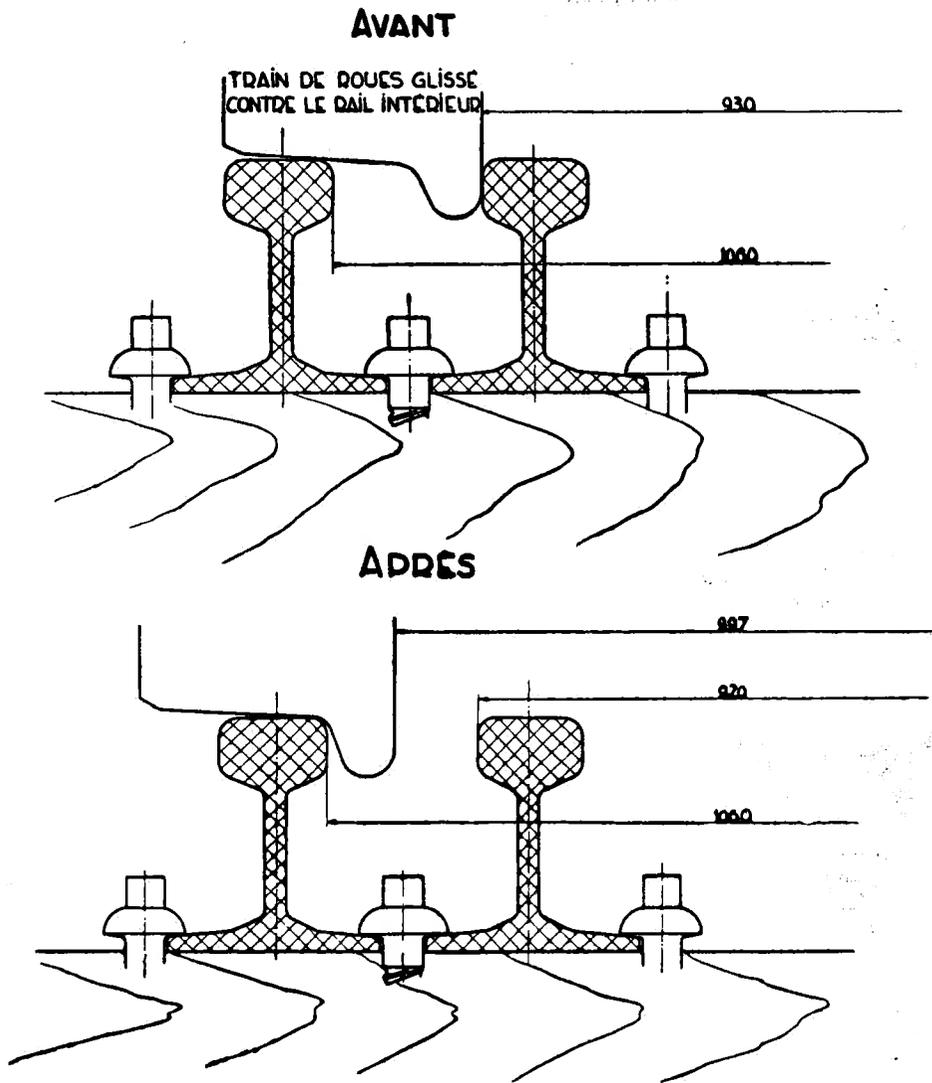
Km 711

● Km 714
ALBERTVILLE

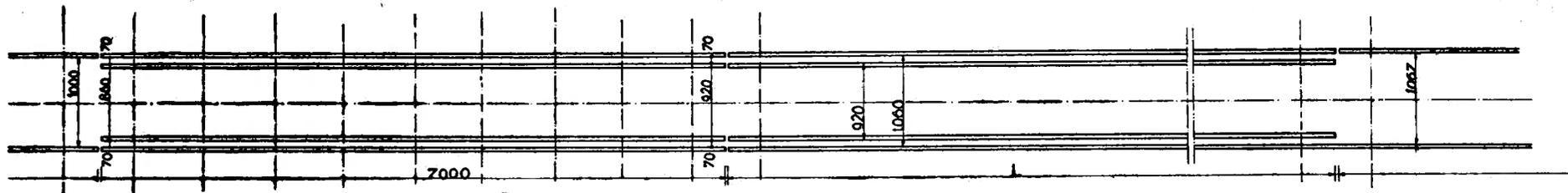




COUPES DANS LES VOIES DE TRANSFORMATION



DISPOSITION D'UNE VOIE DE TRANSFORMATION



CHANTIER DE TRANSFORMATION

