

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 67 (1941)
Heft: 9

Artikel: L'inspection automatique des voies de chemins de fer (suite)
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-51328>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 22.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

BULLETIN TECHNIQUE

DE LA SUISSE ROMANDE

ABONNEMENTS :

Suisse : 1 an, 13.50 francs
Etranger : 16 francs

Pour sociétaires :

Suisse : 1 an, 11 francs
Etranger : 13.50 francs

Prix du numéro :

75 centimes.

Pour les abonnements
s'adresser à la librairie
F. Rouge & C^{ie}, à Lausanne.

Paraissant tous les 15 jours

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale. —

COMITÉ DE PATRONAGE. — Président: R. NEESER, ingénieur, à Genève; Vice-président: M. IMER, à Genève; secrétaire: J. CALAME, ingénieur, à Genève. Membres: *Fribourg*: MM. L. HERTLING, architecte; A. ROSSIER, ingénieur; *Vaud*: MM. F. CHENAUX, ingénieur; E. ELSKES, ingénieur; EPITAUX, architecte; E. JOST, architecte; A. PARIS, ingénieur; CH. THÉVENAZ, architecte; *Genève*: MM. L. ARCHINARD, ingénieur; E. ODIER, architecte; CH. WEIBEL, architecte; *Neuchâtel*: MM. J. BÉGUIN, architecte; R. GUYE, ingénieur; A. MÉAN, ingénieur; *Valais*: M. J. DUBUIS, ingénieur; A. DE KALBERMATTEN, architecte.

RÉDACTION: D. BONNARD, ingénieur, Case postale Chauderon 475, LAUSANNE.

Publicité : TARIF DES ANNONCES

Le millimètre
(larg. 47 mm.) 20 cts.
Tarif spécial pour fractions
de pages.

Rabais pour annonces
répétées.



ANNONCES-SUISES S.A.

5, Rue Centrale,
LAUSANNE
& Succursales.

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DU BULLETIN TECHNIQUE

A. STUCKY, ingénieur, président; M. BRIDEL; G. EPITAUX, architecte; M. IMER.

SOMMAIRE : *L'inspection automatique des voies de chemins de fer* (suite). — *Société suisse des ingénieurs et des architectes : 2^{ème} Exposition nationale des Beaux-Arts, Lucerne 1941.* — *Société vaudoise des ingénieurs et des architectes : Assemblée générale du 28 mars 1941.* — *Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne : La plasticité du béton et le calcul des grandes voûtes.* — BIBLIOGRAPHIE. — SERVICE DE PLACEMENT. — DOCUMENTATION. INFORMATIONS DIVERSES.

L'inspection automatique des voies de chemins de fer.

(Suite.)¹

Description du wagon d'inspection des voies système suisse.

B. DISPOSITIFS ET APPAREILS DE MESURE AMSLER

I. Cadre explorateur.

Le cadre portant tous les organes explorateurs se compose de 2 longerons 0 en tôle emboutie (fig. 10 à 12), articulés aux 4 boîtes à essieux spéciales du bogie mesureur par des tourillons 1 dont l'un entre directement dans un œil des longerons, tandis que l'autre tourne dans un coulisseau glissant dans une fenêtre longitudinale des longerons, afin de compenser l'effet de l'obliquité de ces derniers ensuite de la dénivellation des essieux.

Les longerons sont rendus rigides dans le sens vertical au moyen de fermes à contre-fiches 2 en tube d'acier, soumises à une forte tension initiale et guidées dans le plan vertical par des biellettes 3 articulées au cadre du bogie. En outre, pour amortir leurs vibrations de flexion, les longerons sont réalisés en deux pièces en C assemblées et revêtues intérieurement de planches chanfreinées en bois formant coins et contre-coins.

Les longerons sont entretoisés par deux paires de couples 4, 4 a en tôle emboutie et ajourée, passant à travers les fenêtres du cadre du bogie, et auxquels sont fixés tous les organes explorateurs. Pour éviter la déformation du cadre, c'est-à-dire de la base exploratrice, en cas de non-parallélisme des essieux, les couples 4, 4 a sont articulés aux longerons au moyen de joints flexibles.

II. Dispositif pour l'enregistrement des variations d'écartement des rails.

Ce dispositif se compose de deux légers palpeurs en tôle emboutie 6, 7, en regard l'un de l'autre des deux côtés avant du bogie (fig. 10 à 12) et munis à leur extrémité inférieure de frotteurs 5 en acier à très haute dureté, glissant sous une forte pression le long des faces internes des 2 files de rails qu'ils touchent à 22 mm en dessous de l'arête supérieure du champignon. Chaque palpeur peut pivoter autour d'un axe 8 tournant sur roulements à billes dans les couples 4. La pression d'application des frotteurs 5 est produite par deux ressorts 10, 11 logés dans des tubes protecteurs et agissant par l'intermédiaire de câbles 13, 15 sur le bras supérieur des palpeurs 6, 7. Les palpeurs portent à leur extrémité inférieure un léger patin 9 en tôle mince emboutie, qui en voie droite n'est pas en contact avec le rail, mais qui vient toucher le rail de part et d'autre du frotteur 5 dans les croisements où le rail est interrompu et où, par suite, le frotteur pourrait tomber dans l'échancrure.

Le rapport des bras supérieur et inférieur des palpeurs 6, 7 est 1 : 1, de sorte que l'écartement relatif des bras supérieurs est égal à l'écartement des rails. Les variations de cet écartement sont transmises au dispositif enregistreur de la table des appareils par le câble 21 attaché à son extrémité au bras 6, et passant sur le galet 23 adapté à l'autre bras 7. Pour éliminer de la grandeur enregistrée les déplacements relatifs parasites du bras 7 par rapport au cadre explorateur 0, 4, d'une part, et du cadre par rapport au châssis du wagon, d'autre part, le câble 21 est d'abord mené sur le galet 24 tangent à l'axe géométrique du tourillon 8, puis, de là, dévié par les galets 25, 26 solidaires du cadre explorateur 0, 4. La transmission du galet 26 au châssis a lieu par l'intermédiaire d'un tube 28, articulé à la Cardan en bas au longeron de gauche (fig. 12) et en haut à l'extrémité du levier pendulaire 30 en tube d'acier, qui pivote autour de la charnière 33 solidaire du châssis (fig. 17 et 24) et est guidé à son extrémité libre

¹ Voir *Bulletin technique* du 19 avril 1941, p. 85.

WAGON D'INSPECTION DES VOIES SYSTÈME SUISSE

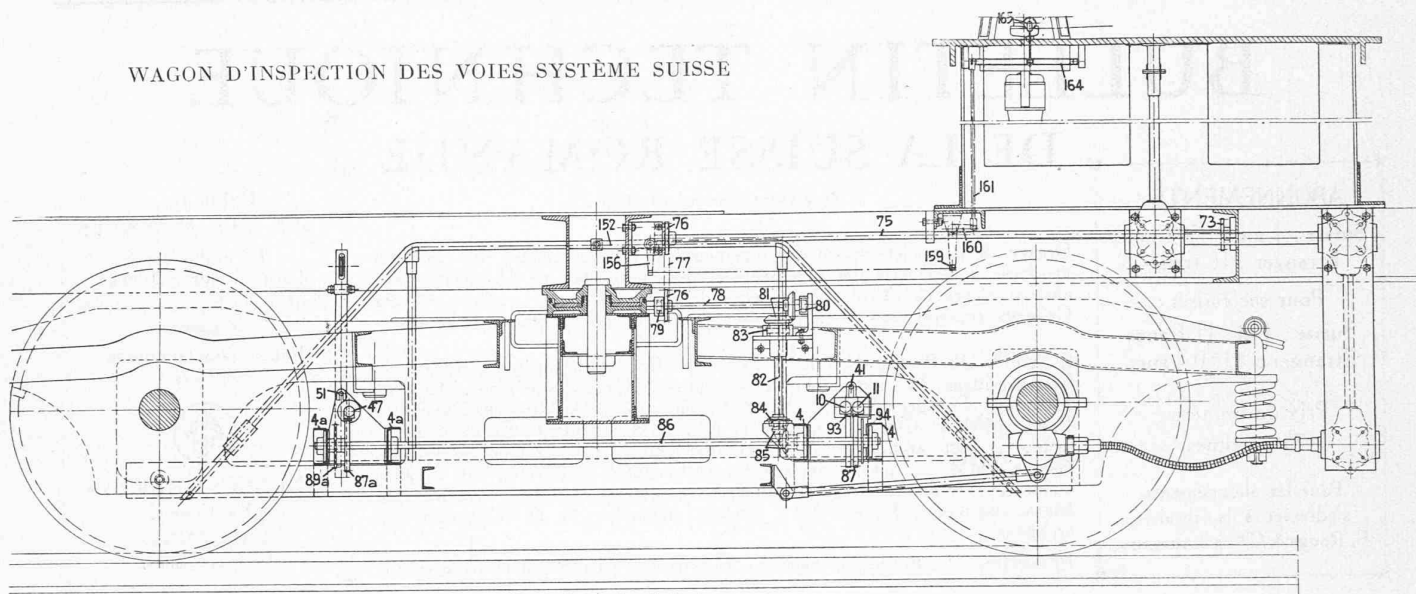


Fig. 9, Coupe longitudinale

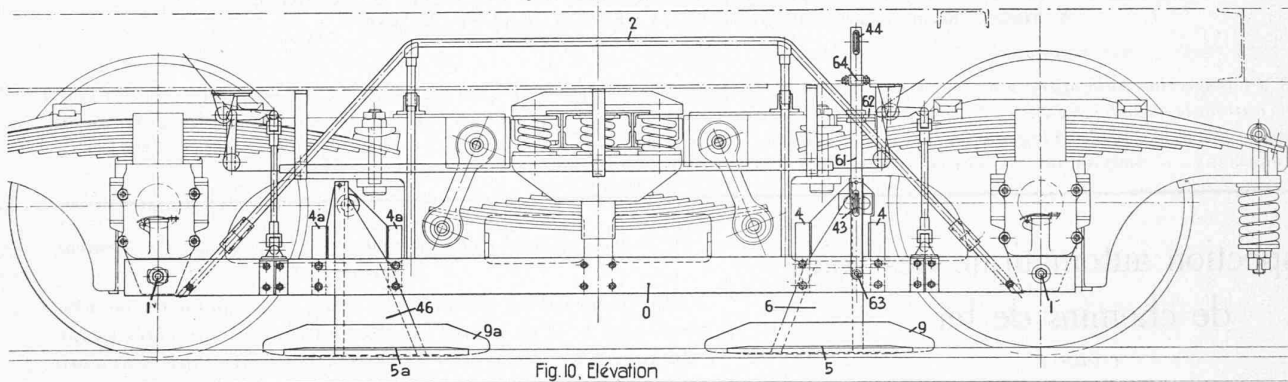


Fig. 10, Elévation

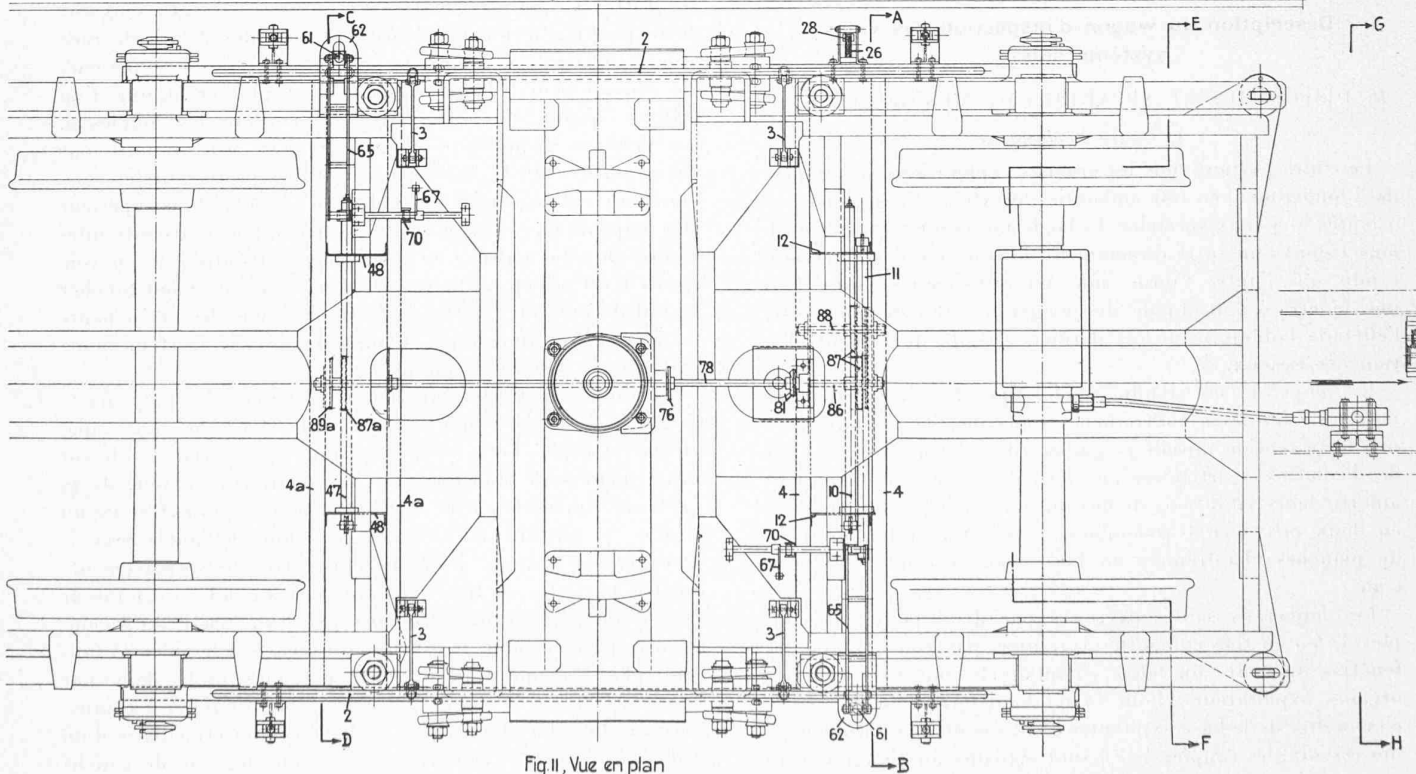


Fig. 11, Vue en plan

Fig. 9 à 11. — Bogie explorateur avec dispositifs pour la mesure de l'écartement et de la courbure et le rabattement des palpeurs.
Elévation et plan, Echelle 1 : 25.

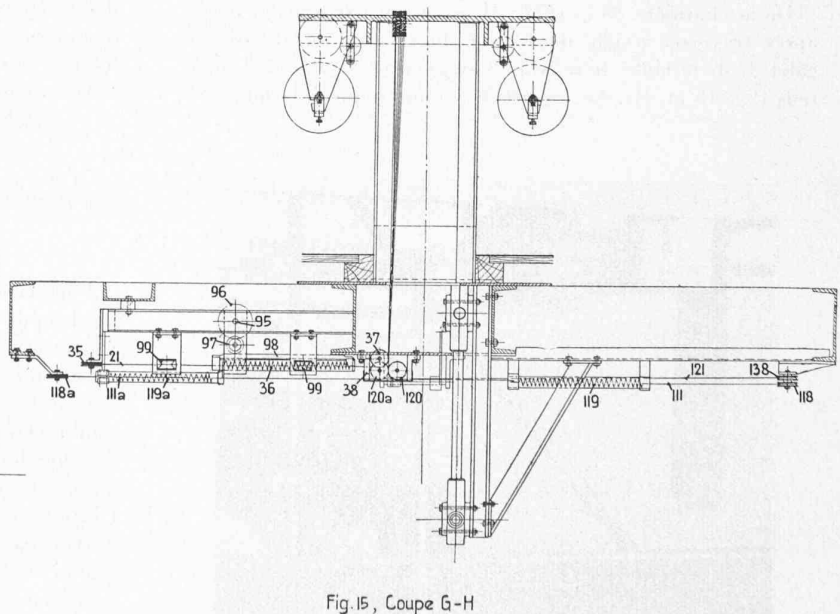
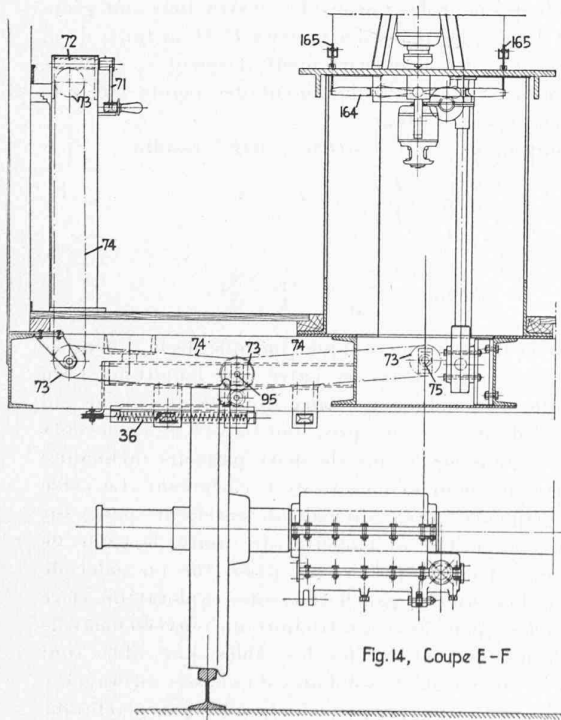
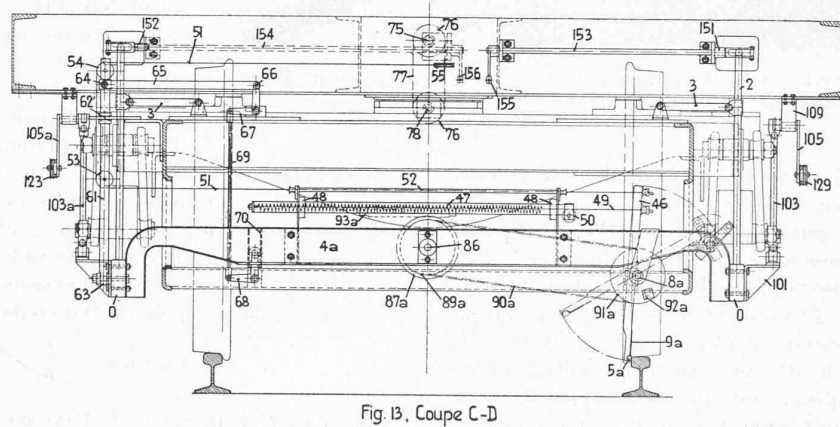
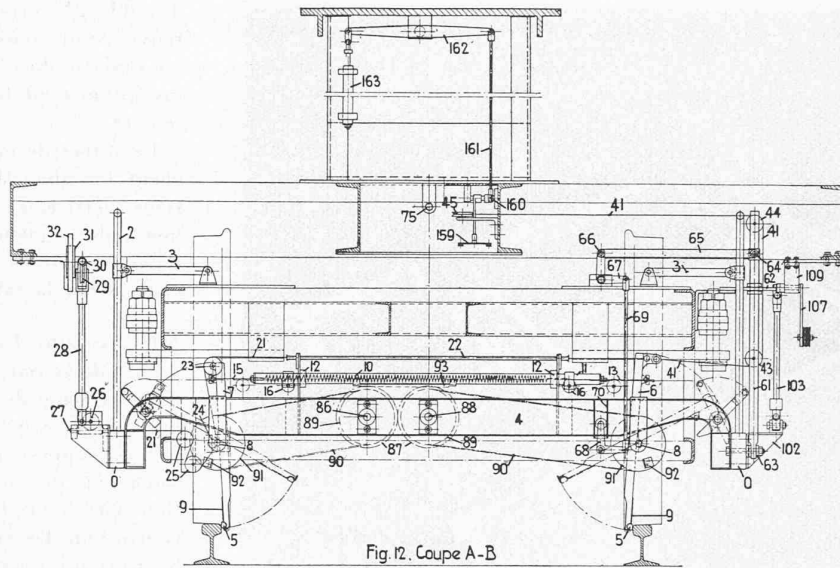


Fig. 12 à 15. — Bogie explorateur avec dispositifs pour la mesure de l'écartement et de la courbure et le rabattement des palpeurs. Coupes. Echelle 1 : 25.

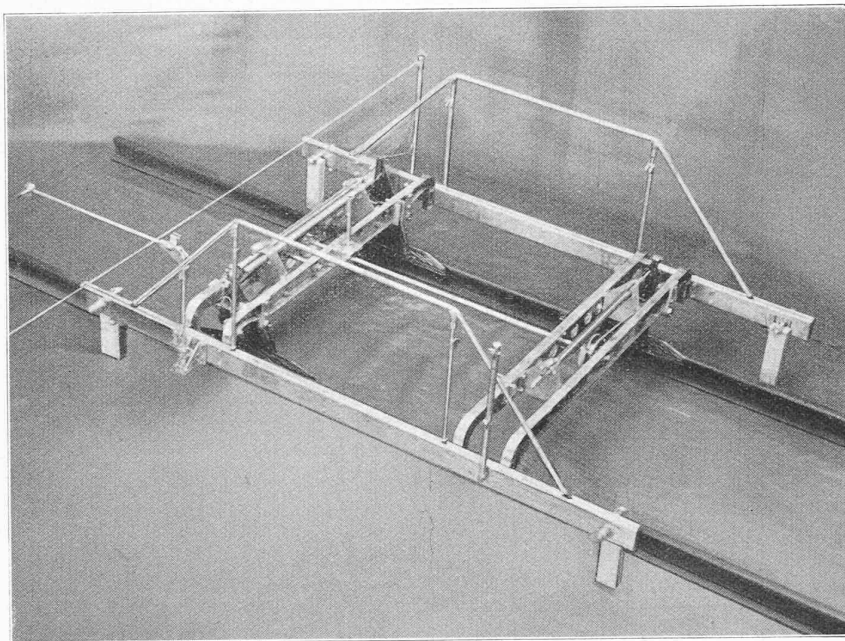


Fig. 16. — Vue d'ensemble du cadre explorateur avec palpeurs et dispositif de rabattement (prise d'arrière à gauche).

par le coulisseau 31 glissant verticalement dans la coulisse circulaire 32 concentrique à 33. Le câble 21 passe dans l'âme des tubes 28 et 30 à la jointure desquels il est dévié par le galet 29. Les articulations à la Cardan du tube vertical 28 sont réalisées de manière telle que l'arrivée et le départ du câble 21 aux galets 26, 29 tombent dans l'axe géométrique des articulations des cardans. Grâce à cette disposition la longueur totale du câble 21 entre système explorateur et châssis du wagon est indépendante des déplacements relatifs de la caisse du wagon par rapport à l'essieu, et ces mouvements étrangers n'influencent ainsi pas la plume enregistreuse.

De la charnière 33 le câble 21 est dévié par le galet 35 et, après traversée axiale du boîtier du ressort 36, aboutit au galet 37 de la boîte de renvoi 38 au pied de la table des appareils (fig. 15 et 21). Le ressort 36 communique à la longueur

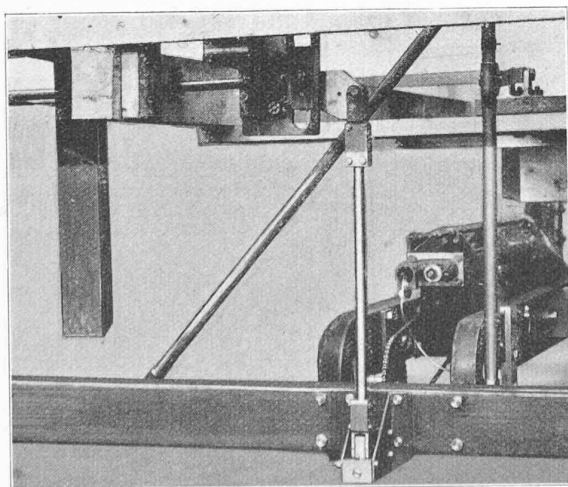


Fig. 17. — Dispositif pour la mesure de l'écartement; transmission articulée inextensible entre cadre explorateur et châssis du wagon.

de câble 21 entre palpeur 7 et boîte de renvoi 38 une tension suffisante pour vaincre l'inertie du câble et le forcer à suivre instantanément les variations de l'écartement.

Les tubes de protection 22 et 34 empêchent le câble 21 de prendre des vibrations verticales produisant des changements de longueur perturbateurs.

Les variations d'écartement sont enregistrées sur la table à l'échelle 1 : 1.

III. Dispositif d'enregistrement de la courbure de la voie.

Le principe de la mesure de la courbure de la voie est le suivant (fig. 18) :

Il est supposé que la courbe de la voie soit un arc de cercle. Le wagon d'inspection porte deux frotteurs P, Q , appliqués contre l'un des rails de manière telle que les frotteurs soient toujours à un écartement fixe $PQ = a$ et le milieu A de la paire (qui ne coïncide pas nécessairement avec le milieu du bogie) à une distance invariable $AC = d$ du milieu du wagon.

Soit α l'angle entre la corde PQ et l'axe longitudinal du wagon, OCM l'axe de symétrie du système, O le centre de courbure. Vu la faible courbure des rails dans les voies de chemin de fer, la ligne de jonction PQ des frotteurs se confond pratiquement avec la tangente en A à la courbe du rail, et la longueur AO est à une très grande approximation égale au rayon de courbure R .

Du triangle rectangle ACO découle la relation

$$\text{courbure} = \frac{1}{R} = \frac{\sin \alpha}{d}$$

Soient D, E deux points de l'axe longitudinal de la caisse du wagon (points qui pour des raisons de construction sont généralement en dehors des plans des milieux P, Q , distants de a , des frotteurs), $b = DE$ leur écartement et soient x_1 et x_2 les distances mesurées perpendiculairement des points DE à la ligne de jonction des frotteurs.

De la similitude des triangles OAC et DEF résulte :

$$\sin \alpha = \frac{DF}{DE} = \frac{x_1 - x_2}{b}$$

et par suite :

$$\text{courbure} = \frac{1}{R} = \frac{x_1 - x_2}{b \times d}$$

Pour la détermination mécanique continue de la différence algébrique $x_1 - x_2$ les distances entre axe longitudinal du wagon et ligne de jonction des deux frotteurs du même rail (p. ex. du rail de droite) sont prises au moyen de câbles aux extrémités des bras supérieurs de deux palpeurs inclinables semblables à ceux pour la mesure de l'écartement. Le câble de l'un des palpeurs (p. ex. du palpeur antérieur) passe sur un galet de renvoi fixé au longeron de droite, le câble de l'autre palpeur (palpeur postérieur) passe sur un galet de renvoi fixé au longeron de gauche du cadre explorateur, et ce renvoi des câbles a pour effet d'introduire un renversement de signe dans le mouvement de l'un des câbles. Les câbles sont ensuite menés sur des galets solidaires du châssis du wagon à un moufle qui réalise mécaniquement la moyenne algébrique

$$\frac{x_1 + (-x_2)}{2} = \frac{x_1 - x_2}{2}.$$

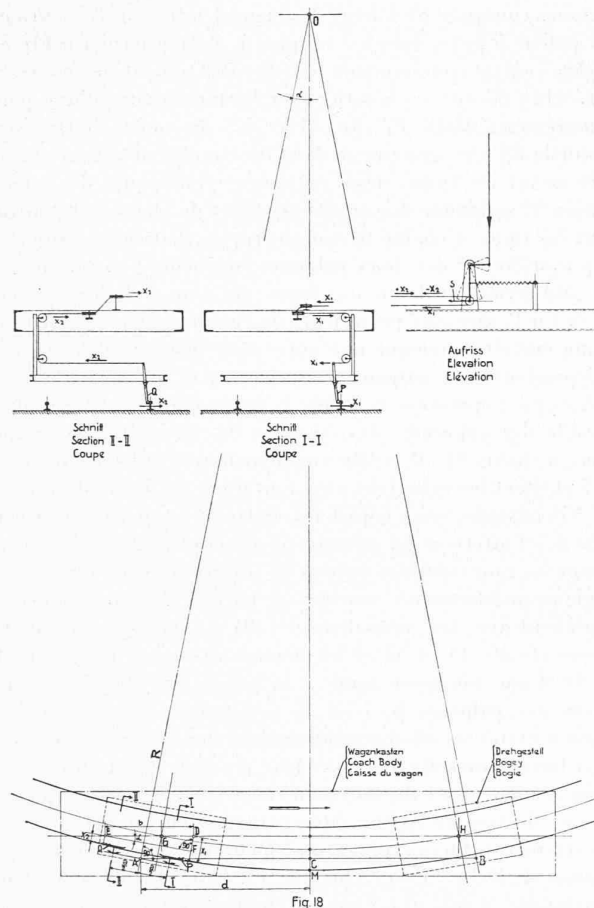


Fig. 18. — Mesure de la courbure des rails. Principe.

La différence formée par le moufle est, pour l'obtention de l'échelle voulue, réduite dans un rapport approprié par un levier qui pivote sur un support fixé au châssis ; de là le résultat est, après nouvelle déviation par galets, transmis à un style enregistreur de la table des appareils.

La disposition choisie pour les renvois, adaptés l'un au longeron de droite, l'autre au longeron de gauche du cadre explorateur a, en outre, la fonction de compenser automatiquement les effets résultant de ce que les câbles ne sont pas attachés directement aux frotteurs mêmes, mais aux palpeurs portant ces derniers, et que les palpeurs sont articulés au cadre et participent ainsi aux mouvements de celui-ci. Des considérations géométriques élémentaires montrent qu'en raison de cette disposition l'influence des mouvements propres du bogie par rapport au châssis du wagon (translation et rotation) est éliminée de la différence $x_1 - x_2$ transmise, et que tout mouvement relatif du bogie ne se traduit par aucune inscription dans le diagramme des $x_1 - x_2$.

Dans la réalisation matérielle (fig. 10 à 13) la courbure est mesurée au rail de droite. Des deux palpeurs appliqués vis-à-vis l'un de l'autre aux deux rails opposés pour la mesure de l'écartement, celui de droite, 6, est utilisé conjointement pour le relevé de la courbure. A l'extrémité arrière du cadre explorateur est adapté à droite un palpeur supplémentaire analogue 46, en contact par un frotteur avec le rail de droite et appliqué contre celui-ci par un ressort 47.

Du bras supérieur du palpeur 6 part le câble 41 qui va passer sur le renvoi 43 solidaire du longeron de droite ; du bras supérieur du palpeur arrière 46 part le câble 51, enfilé à travers le tube de protection 52, et qui va passer sur le renvoi 53 soli-

daire du longeron de gauche. Au lieu de revenir directement des renvois 43, 53 au plan médian vertical passant par les centres des deux bogies, comme exposé ci-dessus, les câbles 41 et 51 sont tout d'abord menés verticalement à deux autres renvois 44, 54 situés au-dessus et exactement à l'aplomb des premiers, et ramenés seulement depuis les renvois supérieurs 44, 54 au plan médian de la caisse du wagon. Cette complication apparente a pour but de reporter les brins supérieurs en retour des câbles 41, 51 dans l'épaisseur du châssis, endroit où ils sont bien accessibles et faciles à introduire et à remplacer, en cas de rupture, depuis les trappes ménagées dans le plancher du wagon.

Les galets de renvoi supérieurs 44, 54 sont maintenus à mouvement forcé sur deux axes ascendants parallèles passant par les galets inférieurs 43, 53 au moyen de deux ensembles cinématiques rigoureusement égaux (fig. 12, 13 et 19). Les galets de chaque paire 43, 44 respectivement 53, 54 sont fixés à deux tiges verticales 61 articulées à leur extrémité inférieure 63 aux longerons, et guidées en un point intermédiaire par des fourchettes transversales 62 boulonnées aux flasques du bogie. Deux points 64 voisins de l'extrémité supérieure de chacune des tiges 61 sont commandés par les tirants 65 auxquels des systèmes articulés plans 66, 67, 68, 69, 70 communiquent des déplacements horizontaux à chaque instant égaux aux déplacements des articulations inférieures 63. Les figures 63, 64, 66, 70 restent ainsi toujours des parallélogrammes, et les deux tiges 61 parallèles aux flasques du bogie, c'est-à-dire entre elles.

Les brins supérieurs en retour des câbles 41, 51 sont déviés en direction longitudinale par des galets 45, 55 situés à peu près au milieu du châssis du wagon (fig. 12, 13, 20 et 21) ; de là ils sont menés sous tubes de protection 42, 52 à la poulie moufle 56 fixée au bras supérieur du levier d'angle 57 d'axe 58 tournant sur paliers boulonnés au châssis.

Les deux câbles 41, 51 formant en réalité un câble sans fin très long sont maintenus sous tension par un ressort logé dans le boîtier 59 et agissant sur le bras vertical du levier d'angle 57. Du bras horizontal de ce levier un câble 60 monte verticalement à la table des appareils.

Le courbure $\frac{1}{R}$ est enregistrée dans le diagramme à l'échelle de 50 mm pour une courbure de $\frac{1}{R} = \frac{1}{100 \text{ m}}$.

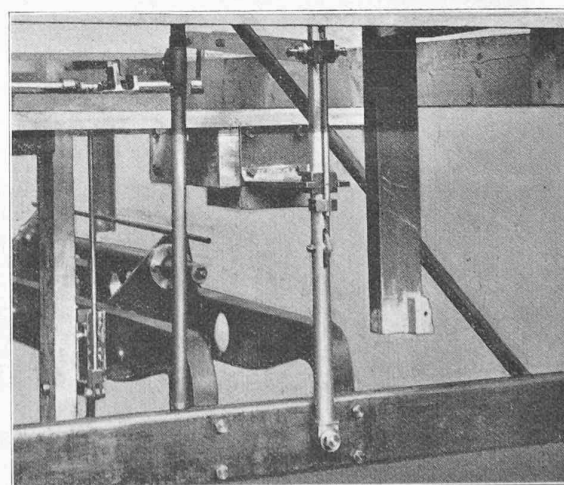


Fig. 19. — Dispositif pour la mesure de la courbure ; système articulé pour le guidage forcé des renvois supérieurs à l'aplomb des renvois inférieurs.

IV. Dispositif pour le rabattement simultané des palpeurs depuis l'intérieur du wagon.

Le rabattement simultané des trois palpeurs 6, 7 et 46 est commandé par un treuil dressé à proximité de la table des appareils contre la paroi extérieure gauche du wagon. La manivelle à poignée rabattable 71 (fig. 14 et 24) actionne par vis sans fin et roue tangente 72 un système de roues à chaîne 73 et de chaînes de Galle verticales et horizontales 74, qui communiquent leur rotation à l'arbre central supérieur de rabattement 75 traversant horizontalement le canal longitudinal du châssis (fig. 21).

A son extrémité arrière, l'arbre horizontal supérieur 75 (fig. 9) entraîne au moyen de la chaîne de Galle verticale 77 et des roues à chaîne 76 l'arbre horizontal intermédiaire de rabattement 78, logé à la partie supérieure avant du bogie mesureur. La rotation angulaire du bogie par rapport au châssis du wagon dans les courbes est sans influence sur la transmission de l'arbre supérieur 75 à l'arbre intermédiaire 78, cette rotation n'ayant pour effet que de tordre légèrement la chaîne 77.

L'arbre horizontal intermédiaire 78 tourne sur deux paliers à billes à anneaux sphériques, dont l'un, 79, est fixé à la crapaudine du bogie, tandis que l'autre, 80, est assujéti à l'ossature même du bogie, de manière à permettre à cet arbre de s'incliner légèrement dans le plan vertical ensuite du jeu des ressorts de suspension. Une paire de pignons coniques 81 transmet la rotation de 78 à l'arbre vertical 82 réalisé sous forme télescopique et tournant sur paliers à billes sphériques 83, 84 solidaires de l'ossature du bogie, respectivement d'un des couples antérieurs 4, de manière à pouvoir participer aux déplacements relatifs tant verticaux qu'horizontaux du cadre explorateur 4 par rapport au corps du bogie. Enfin l'arbre vertical 82 attaque par une autre paire de

pignons coniques 85 l'arbre horizontal inférieur 86 tournant sur paliers à billes dans les couples 4, 4a. Ce dernier arbre est l'arbre central commandant tout le rabattement des palpeurs.

L'arbre 86 met en rotation par l'intermédiaire d'une paire d'engrenages droits 87 (fig. 11 et 12) un court contre-arbre parallèle 88 logé également dans les couples antérieurs 4. Du côté avant du bogie, deux systèmes symétriques de roues à chaîne 89 solidaires des arbres 86, 88 et de chaînes 90 entraînent les roues à chaîne 91 concentriques mais non assujetties aux tourillons 8 des deux palpeurs antérieurs 6, 7 ; de même, du côté arrière du bogie une troisième roue à chaîne, 89a clavetée sur l'extrémité postérieure de l'arbre central 86, entraîne d'une manière analogue une autre roue 91a concentrique à et indépendante du palpeur postérieur isolé 46 (fig. 13).

Lorsque l'opérateur actionne la manivelle 71 du treuil dans la salle des appareils, des équerres 92, 92 et 92a fixées aux roues à chaîne 91, 91 et 91a viennent buter contre les palpeurs 6, 7 et 46 et les rabattent vers l'intérieur du bogie d'un angle de 45° environ, sous lequel les frotteurs et patins 5, 9 sont effacés à l'intérieur du gabarit du matériel roulant. En même temps les roues dentées droites 87 précitées du côté avant du bogie et une troisième roue dentée pareille 87a du côté arrière engrènent avec les crémaillères 93, 94 et 93a fixées aux boîtes à ressorts 10, 11 et 47 et les déplacent dans leurs guides 12 et 48 d'une longueur égale à la trajectoire des bras supérieurs des palpeurs 6, 7 et 46 pendant le rabattement, de façon à éviter un allongement excessif des ressorts de tension, déjà fortement sollicités dans leur position de mesure.

Le même rappel du boîtier à ressort est nécessaire pour le ressort de tension 36 du câble transmetteur en retour 21 de l'écartement. En un point intermédiaire de leur trajet, les chaînes de Galle 74 du treuil (fig. 14, 15 et 21) actionnent par l'entremise d'une des roues à chaîne 73 un arbre aveugle

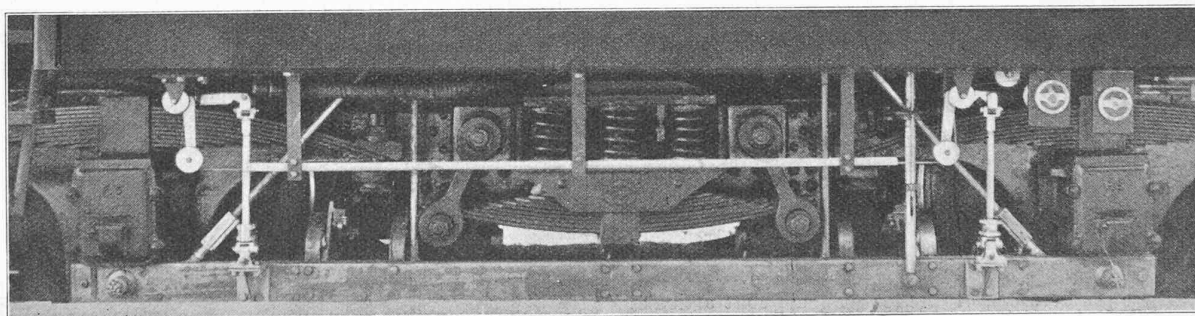


Fig. 22. — Bogie explorateur avec dispositifs pour la mesure des inégalités et du gauchissement. Vue de droite.

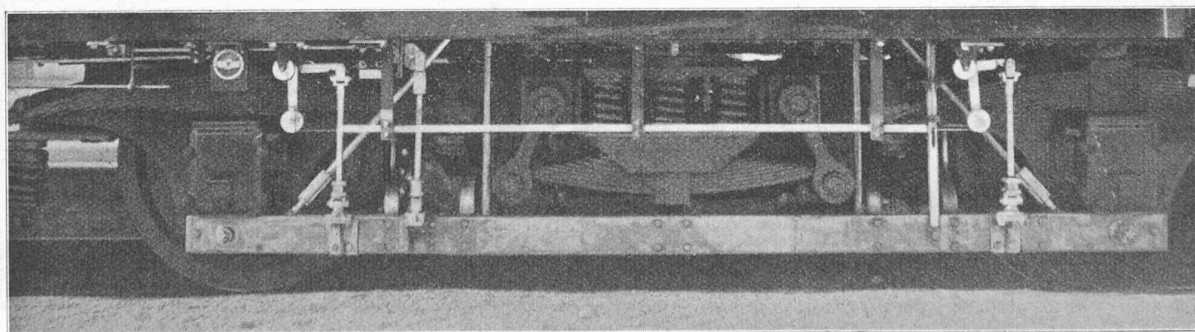


Fig. 23. — Bogie explorateur avec dispositifs pour la mesure des inégalités et du gauchissement. Vue de gauche.

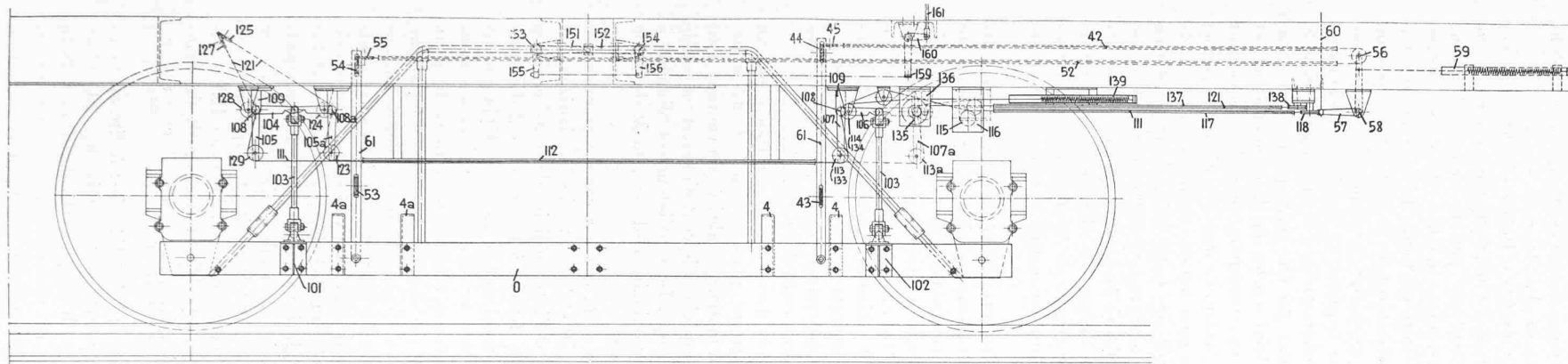


Fig. 20. Elévation

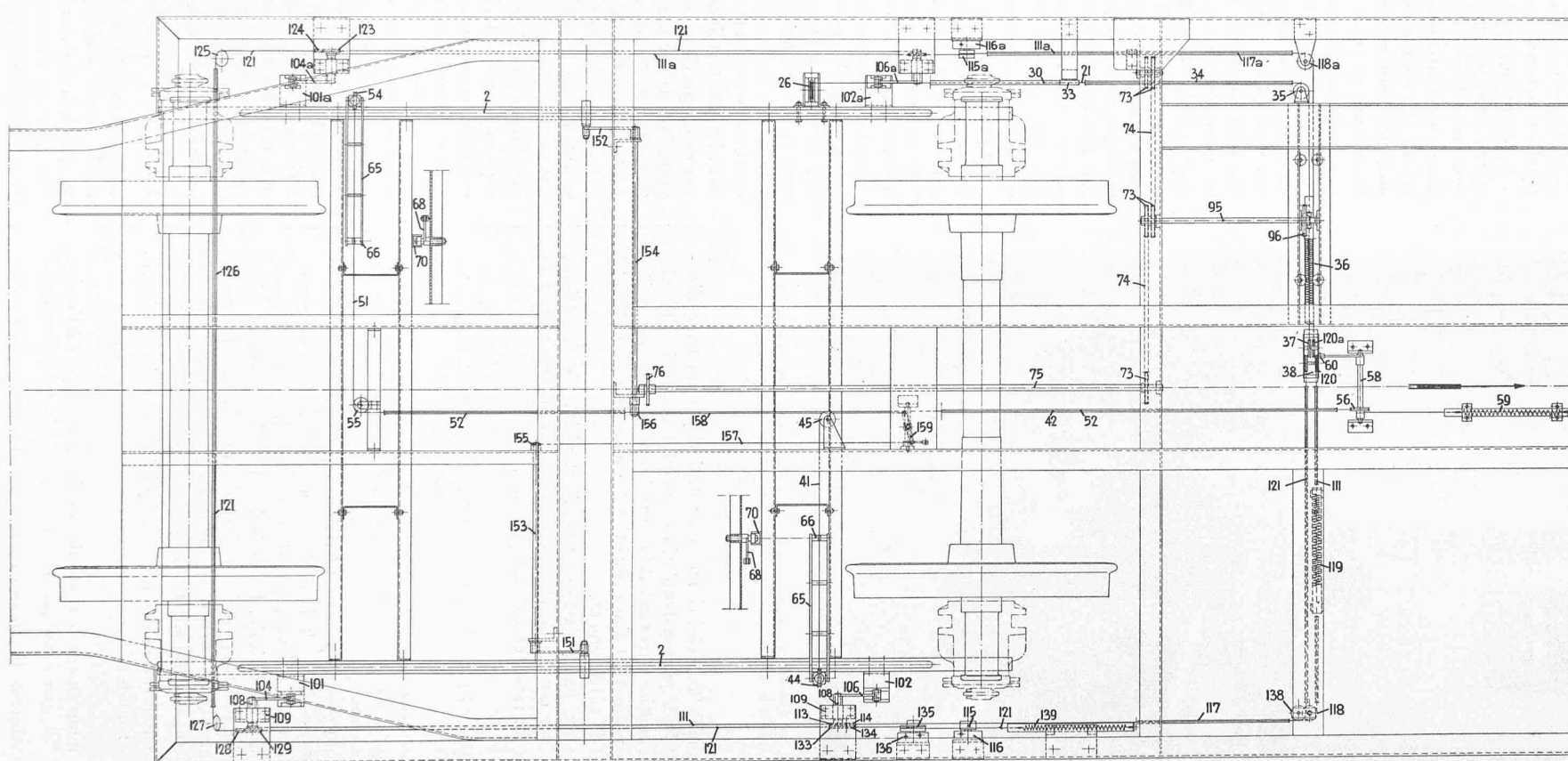


Fig. 21. Vue en plan

Fig. 20 et 21. — Bogie explorateur avec dispositifs pour la mesure des inégalités et du gauchissement. Elévation et plan. Echelle 1 : 25.

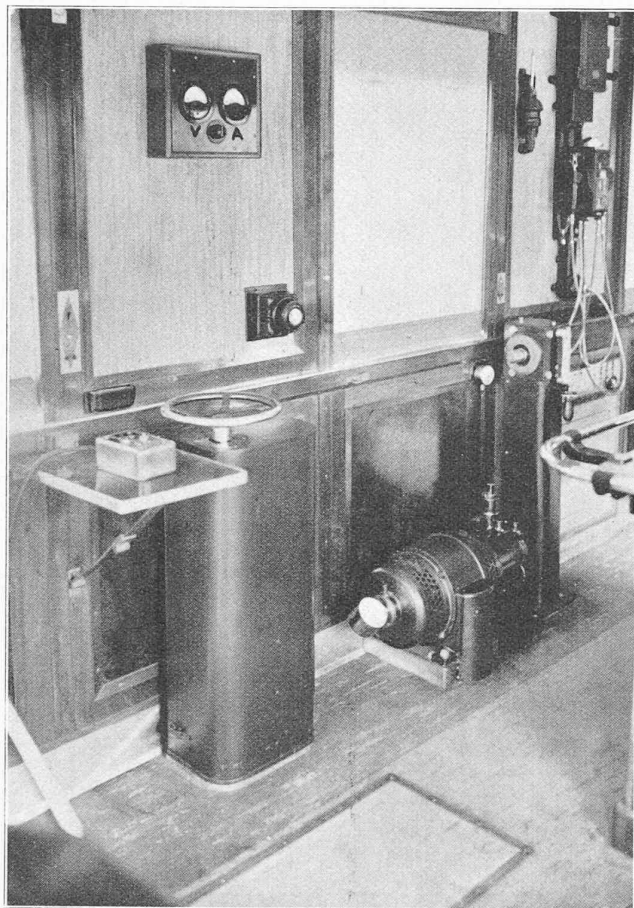


Fig. 24. — Contrôleur et commutatrice du gyroscope. (A l'arrière-plan le treuil pour le rabattement des palpeurs.)

longitudinal 95. Celui-ci met en rotation par un train d'engrenages 96 le pignon denté 97 engrenant avec la crémaillère 98 fixée au boîtier à ressort 36 et ramène ce dernier en arrière sur les rouleaux 99 d'une quantité égale au tirage du câble 21 pendant le rabattement.

Un index, fixé à l'arbre du treuil et visible de l'extérieur, indique sur un cadran circulaire la position de contact et la position du rabattement des palpeurs.

V. Dispositif pour l'enregistrement de la surélévation des rails dans les courbes.

L'indicateur de surélévation des rails est constitué par un gyroscope à axe vertical (fig. 25 à 28), suspendu à la Cardan aussi près que possible de son centre de gravité. Le soubassement du gyroscope est relié rigidement à la caisse du wagon par l'intermédiaire de la table des appareils. L'axe du gyroscope tend à conserver sa direction absolue dans l'espace, c'est-à-dire la verticale. La variation d'inclinaison de la caisse du wagon par rapport à la verticale, en d'autres termes le balancement transversal apparent du gyroscope par rapport à la caisse, se compose de deux grandeurs superposées :

La surélévation des rails (obliquité de la voie sur l'horizontale)

et

Le mouvement de roulis de la caisse par rapport à l'essieu et, par conséquent, par rapport à la voie elle-même.

Pour obtenir la surélévation *vraie* des rails, c'est-à-dire l'angle relatif du gyroscope et de l'essieu, l'indication appa-

rente du gyroscope par rapport à la caisse est à corriger du roulis de cette dernière. Ceci revient, en d'autres termes, à rapporter la position du gyroscope à une base transversale mobile, parallèle à chaque instant au plan des rails.

Le disque du gyroscope tourne à 10 000—12 000 tours par minute dans un vide partiel à l'intérieur d'un carter étanche en alliage léger ; il est entraîné par un moteur électrique directement accouplé, à courant triphasé 22 volts, 166-200 p/er/sec. Le courant nécessaire est fourni par une petite commutatrice continue-triphasée tournant à 2500-3000 tours/min. Le nombre de tours du gyroscope, pratiquement synchrone à la fréquence du courant triphasé, se lit sur un tachymètre en bout d'arbre de la commutatrice ; le vide partiel dans le carter du disque est produit par une petite pompe à air rotative accouplée à l'autre bout d'arbre de la commutatrice, et raccordée au carter par une tuyauterie articulée, traversant les paliers de l'anneau de cardan. Le maintien d'un vide partiel dans le carter du disque a pour but de réduire l'énergie absorbée par le moteur du gyroscope. Cette énergie sert en effet en majeure partie à couvrir le travail de frottement de l'air sur le disque gyroscopique, travail proportionnel à la densité du gaz dans lequel tourne le disque. Un vide de 35 à 40 cm de mercure, soit une pression absolue de $\frac{1}{2}$ atm. environ à l'intérieur du carter réduit ainsi de moitié la consommation de courant du gyroscope.

La commutatrice est alimentée du côté continu à 36 volts par une batterie d'accumulateurs spéciale. Le démarrage du gyroscope s'effectue à tension réduite au moyen d'un contrôleur éliminant successivement des résistances auxiliaires insérées dans le circuit du rotor de la commutatrice. Le démarrage dure environ 25 minutes. L'excitation de la commutatrice est à tension constante de 36 volts et alimentée par une batterie auxiliaire indépendante de la précédente, mais mise en circuit par le même contrôleur (fig. 24).

Le carter et le moteur du gyroscope sont refroidis par un ventilateur hélicoïdal électrique, placé sous la table des appareils. La face terminale du moteur est abritée du courant d'air par un disque déflecteur empêchant le vent d'exercer un couple perturbateur sur le gyroscope. Le ventilateur est alimenté à 36 volts par la batterie auxiliaire ci-dessus, mais de façon *indépendante* du contrôleur.

La correction du roulis de la caisse a comme organes primordiaux (fig. 9, 12, 13, 20 et 21) deux leviers horizontaux 151 et 152, embrassant par l'intermédiaire de fourchettes les membrures supérieures des fermes à contrefiches 2 du cadre explorateur ; ces leviers reçoivent d'elles des déplacements verticaux proportionnels aux moyennes respectives des mouvements relatifs des deux fusées d'essieu de droite et des deux fusées d'essieu de gauche par rapport à la caisse du wagon. Les deux bras horizontaux 151 et 152 sont orientés en sens opposé de manière à inverser le signe de l'un des mouvements transmis. Par l'intermédiaire des arbres transversaux 153, 154, tournant sur paliers fixés au châssis, les leviers 151, 152 actionnent deux bras de levier verticaux 155, 156 auxquels sont attachés les deux brins de câble horizontaux 157, 158 tirant sur le palonnier-moufle 159. Par suite de l'opposition des leviers 151, 152 le déplacement horizontal du moufle 159, demi-somme des déplacements l'un positif, l'autre négatif, des brins 157, 158, est proportionnel à la différence $\left(\frac{u + (-v)}{2} = \frac{u - v}{2} \right)$

des mouvements verticaux de 151 et 152, c'est-à-dire au roulis de la caisse. Ce déplacement est transmis (fig. 26, 27 et 28) par le levier coudé 160, la tringle verticale 161 et le fléau 162 au levier à deux bras 164 tournant sur arbre au-dessous de la table des appareils. Un ressort de rappel 163 accroché au fléau à son extrémité opposée à 161, maintient les câbles

157, 158 fortement tendus. Le levier 164 est réalisé en forme de cerceau, pour contourner le ventilateur du gyroscope. Du dispositif ci-dessus ce levier reçoit ainsi par rapport à la table des appareils un mouvement angulaire à chaque instant égal et de signe contraire au mouvement de roulis de la caisse du wagon vis-à-vis des deux essieux explorateurs dans leur ensemble ; autrement dit le levier 164 prend à chaque instant une position parallèle à l'inclinaison transversale moyenne de la voie entre les deux essieux.

Le balancement apparent du gyroscope par rapport au levier 164, c'est-à-dire la surélévation vraie des rails, est transmis à la plume enregistreuse de la table des appareils par un système de cordelettes sans fin en soie 166, attachées aux deux extrémités du diamètre transversal du boîtier et déviées horizontalement par deux galets 165 articulés par tringles verticales au levier 164 dissimulé sous la table (fig. 14, 26 et 28).

En réalité le centre de gravité du gyroscope ne coïncide pas rigoureusement avec son centre de suspension ; cette non-coïncidence introduit une légère fluctuation supplémentaire, due à l'oscillation propre du gyroscope, et qui a pour effet d'onduler la ligne de zéro de la surélévation.

L'oscillation propre *libre* du gyroscope est à très longue période (env. 25 min.). Pour étouffer les perturbations *étrangères*, imposées au gyroscope par la marche du wagon (frottement de la suspension Cardan — effet de la coïncidence non absolument mathématique du centre de gravité avec le centre de suspension du gyroscope sous l'influence d'accélération longitudinales et transversales), le boîtier du gyroscope porte à sa périphérie 4 stabilisateurs électromagnétiques, agissant dans deux plans à 90° l'un de l'autre et influencés par la déviation du gyroscope par rapport à une verticale auxiliaire indépendante, constituée par la caisse du wagon.

Vu la masse de la caisse du wagon, celle-ci conserve en *voie droite* des directions approximativement constantes, et l'axe de symétrie ascendant de la caisse représente dans les parcours droits une verticale approchée autonome, suffisante comme base directrice pour la correction du gyroscope dévié.

Au cas où le gyroscope, sous l'influence d'une perturbation s'incline à gauche ou à droite dans le *sens transversal*, un doigt frotteur, solidaire de l'anneau de cardan entre en contact avec l'un ou l'autre de deux segments métalliques isolés fixes, dont la ligne de séparation tombe dans le plan bissecteur vertical de la caisse du wagon. Le contact établi ferme le circuit de l'un de deux électro-aimants longitudinaux, dont l'attraction exerce sur le gyroscope un couple correcteur dirigé dans le plan longitudinal et qui, par effet gyroscopique, provoque une précession transversale rétrograde du gyroscope vers le plan médian longitudinal de la caisse du wagon.

En cas de *perturbation longitudinale* du gyroscope le dispositif analogue, composé d'un doigt frotteur, solidaire du boîtier du gyroscope, de 2 segments de contact isolés, fixés à l'anneau de cardan symétriquement au plan transversal, et des électro-aimants à couple redresseur dirigé dans le plan transversal, ramène, par précession longitudinale rétrograde, le gyroscope dans l'axe de symétrie ascendant de la caisse du wagon.

Dans les courbes, où la caisse du wagon participe au dévers de la voie et forme un angle appréciable avec la verticale, un contact fermé et ouvert par la traverse danseuse en fonction de l'angle de rotation du bogie permet de mettre temporairement hors de fonction les électro-aimants de correction et le ventilateur, dont l'action oblique sur le gyroscope pendant tout le passage de la courbe irait à fin contraire. Ce contact entre en jeu à partir d'une valeur déterminée de la courbure

et interrompt dès ce moment, par l'intermédiaire d'un disjoncteur à relai, le courant des électro-aimants et du ventilateur. A la rentrée du wagon en voie droite, électro-aimants et ventilateur sont automatiquement remis en fonctionnement¹.

Les électro-aimants correcteurs sont alimentés à 36 volts par la batterie auxiliaire par l'entremise du contrôleur qui met le dispositif de correction en circuit ou hors circuit simultanément avec la commutatrice. L'intensité des couples redresseurs exercés par les électro-aimants peut être réglée au moyen d'un rhéostat à curseur.

Tout l'appareillage électrique du gyroscope (rhéostat et relai) est groupé sous la table des appareils.

L'échelle du diagramme du gyroscope est, rapportée à l'entre-axe des rails de 1500 mm, de 1 : 5 ; à cette échelle 1° de surélévation des rails correspond environ à 5 mm d'ordonnée.

En cas de non-emploi, toute la partie suspendue du gyroscope (boîtier du disque et moteur) peut être déchargée et arrêtée par rapport à la table des appareils au moyen d'un pointeau d'arrêt manœuvré par l'intermédiaire d'un levier et d'une vis de rappel avec volant à main.

VI. Dispositif pour l'enregistrement des inégalités de la voie.

Ce dispositif est basé sur le principe suivant : Quand le wagon repose sur la voie par ses roues, le châssis de la caisse est toujours, vu sa grande longueur, presque exactement parallèle aux rails, même si les rails présentent des dénivellations locales, ou si la caisse de la voiture subit par rapport aux rails une légère variation oscillatoire en hauteur, due au jeu des ressorts. Si l'on considère un des côtés d'un bogie à deux essieux, la ligne de jonction des centres des roues roulant sur un même rail est parallèle au châssis du wagon aussi longtemps que la voie est en bon état ; par contre, dès que l'une des roues vient à passer sur une portion affaissée ou bosselée du rail, la ligne joignant les centres des roues forme un angle positif ou négatif avec la direction longitudinale du châssis.

Le dispositif de mesure enregistre la différence des distances verticales entre les centres des deux roues d'un même côté du bogie et le châssis du wagon. Cette différence est égale à la quantité dont le rail s'est affaissé ou bosselé par rapport à la portion intacte de rail sur laquelle reposent les roues du wagon.

Quand la première roue du bogie mesureur passe sur une inégalité des rails, la ligne des centres des roues voisines subit par rapport au châssis une inclinaison angulaire d'un certain signe ; quand, aussitôt après, la seconde roue passe à son tour sur la même inégalité, la ligne des centres des roues subit la même inclinaison angulaire, mais de signe opposé.

Toute inégalité se traduit ainsi par deux enregistrements immédiatement consécutifs, égaux en amplitude, l'un du côté positif et l'autre du côté négatif de la ligne de zéro. Par suite, la courbe obtenue se présente sous forme de ruban hachuré symétrique par rapport à la ligne de zéro.

Des dispositifs similaires sont adaptés des deux côtés du bogie, afin d'enregistrer deux diagrammes indépendants pour le rail de droite et le rail de gauche (fig. 12 et 13, 20 à 23).

Au longeron de droite attaché aux boîtes à essieu sont fixées les équerres 101, 102. Pour des raisons de construction les équerres ne peuvent pas être placées dans le plan même des essieux, mais doivent être déportées l'une et l'autre vers l'intérieur de l'entre-axe des roues. Deux leviers coudés 104/105 et 106/107 articulés sur pivots 108, 108 solidaires, par l'intermédiaire des consoles 109, 109, du châssis du wagon sont

¹ Voir *Bulletin technique* du 11 mars 1939, page 65.

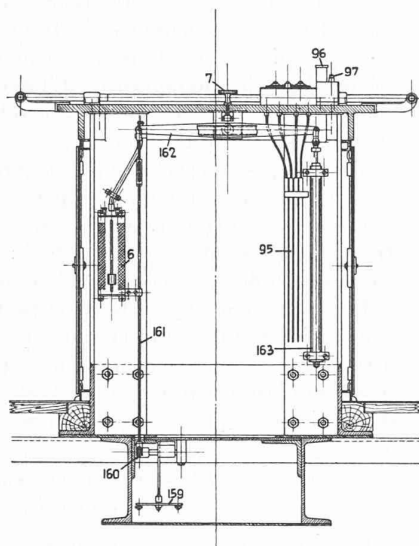


Fig. 27, Coupe A-B

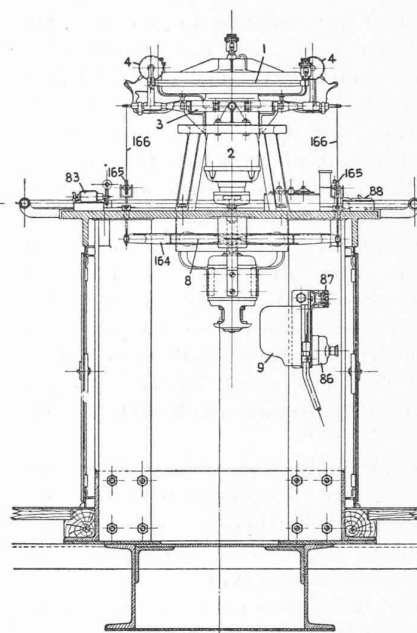


Fig. 28, Coupe C-D

Table des appareils. Figures 25-29.

Légende.

(Afin de ne pas surcharger les figures 25 à 29, la numérotation de ces dernières ne continue pas les nombres de référence des figures 9 à 15 et 20-21, mais recommence à 1.)

Dispositif pour l'enregistrement de la surélévation.

Gyroscope : 1. Boîtier étanche renfermant le disque gyroscopique. — 2. Moteur. — 3. Anneau de cardan. — 4. Electro-aimants pour la stabilisation en sens transversal. — 5. Electro-aimants pour la stabilisation en sens longitudinal. — 6. Rhéostat d'excitation pour les électro-aimants stabilisateurs. — 7. Immobilisation de l'équipage mobile du gyroscope pendant son non-emploi. — 8. Ventilateur. — 9. Disjoncteur à relai des électro-aimants stabilisateurs et du ventilateur.

Dispositif de correction du roulis du wagon : 159. Palonnier-moufle. — 160. Levier coudé. — 161. Tringle de commande. — 162. Fléau. — 163. Ressort de rappel. — 164. Levier en forme de cerceau. — 165. Galets mobiles articulés au levier 164. — 166. Cordelette sans fin de soie. — 167. Renvois fixes.

Vélocimètre.

11. Entraînement depuis l'essieu. — 12. Tachymètre Teloc. — 13, 15, 17. Pignons dentés engrenant avec les crémaillères. — 14. Crémaillère verticale. — 16. Arbre horizontal. — 18. Crémaillère horizontale avec style inscrivant.

Dispositifs enregistreurs.

20. Câbles de transmission. — 21. Galets de déviation. — 22. Guides des styles enregistreurs. — Style inscrivant pour :

23. Vitesse : 1 mm d'ordonnée = 2 km/h. — 24. Courbure (rail de droite) : 1 mm d'ordonnée = courbure de $\frac{1}{5000}$ m

25. Surélévation : 1 mm d'ordonnée = 5 mm de surélévation (rapportée à 1500 mm d'axe en axe des rails). — 26. Gauchissement : 1 mm d'ordonnée = 2 mm ou 1 mm de gauchissement (exprimé selon la définition de Mauzin). — 27. Ecartement : 1 mm d'ordonnée = 1 mm d'élargissement ou de rétrécissement. — 28, 29. Inégalité, rail de gauche et rail de droite : ± 1 mm d'ordonnée = 1 mm d'inégalité verticale. — 30. Ajustage de précision de la position zéro des styles 24 à 29. — 32. Coulisserie pour la fixation des styles de zéro. — 33 à 39. Styles traçant les lignes de zéro pour les enregistrements 23 à 29. — 41. Style traçant des marques de début et de fin des courbes (actionné au passage des piquets de jalonnement par des aides placés dans les vigies). — 42. Marques de km et hm. — 43. Marques de 3 secondes. — 44. Marques de minutes. — 45. Marques de km et hm. — 46. Marques d'aiguilles. — 47. Marques de référence à volonté. — 48. Disponible. (Styles 41 à 48 = styles électromagnétiques.)

Indicateur de parcours.

51. Planche en aluminium avec bande de profil. — 52. Tambours emmagasineurs de bande de profil. — 53. Entraînement depuis l'essieu. — 54. Changement de vitesse et de sens du déplacement de l'index. — 55. Engrenages. — 56. Arbres. — 57. Poulie d'entraînement du ruban d'acier. — 58. Ruban sans fin d'acier. — 59. Index mobile.

Commande des appareils proportionnellement au chemin parcouru.

61. Arbre principal vertical, actionné depuis l'essieu. — 62. Vis sans fin et roue tangente. — 63. Arbre horizontal sous la table, avec accouplement à griffes. — 64. Levier d'embrayage et de débrayage de l'accouplement à griffes. — 65. Dispositif redresseur de mouvement. — 66. Ligne centrale d'arbres au-dessus de la table des appareils.

Commande indépendante.

67. Petit moteur électrique pour entraînement arbitraire du papier à diagrammes. — 68. Engrenages de réduction. — 69. Encliquetage automatique à roue libre. — 70. Manivelle de secours.

Avancement du papier à diagrammes.

71. Changement de vitesse à engrenages pour l'avancement du papier à raison de 100, 200 ou 500 mm/km. — 72. Levier de changement de vitesse agissant sur le train d'engrenages. — 73. Tambour d'entraînement du papier. — 74. Tambour pour l'enroulement de la bande de papier inscrite. — 75. Rouleau de papier vierge.

Dispositifs généraux.

81. Contact de kilomètres. — 82. Dispositif compensateur de précision de l'usure des bandages. — 83. Compteur de kilomètres roulés. — 84. Horloge avec contact de minutes. — 85. Contact de 3 secondes. — 86. Fusibles pour l'équipement électrique de la table. — 87. Bornes de connexion. — 88. Batterie d'interrupteurs pour les circuits électriques de la table et des auxiliaires du gyroscope. — 89. Bouton pour signes à volonté sur la ligne des marques de référence (style 47). — 90. Bouton pour sonnerie d'appel.

Dispositif d'identification des inégalités et gauchissements anormaux par projection de liquide coloré sur le remblai (facultatif).

91. Boutons moletés d'ajustement des contacts de projection pour les inégalités exagérées à gauche et à droite. — 92. Cadres indicateurs pour lesdits. — 93. Boutons moletés d'ajustement des contacts de projection pour les gauchissements exagérés positifs et négatifs. — 94. Cadran indicateur double pour lesdits. — 95. Arbres flexibles reliant les boutons d'ajustement aux contacts de projection. — 96. Compteurs totalisant les projections de liquide coloré. — 97. Lampes-témoins.

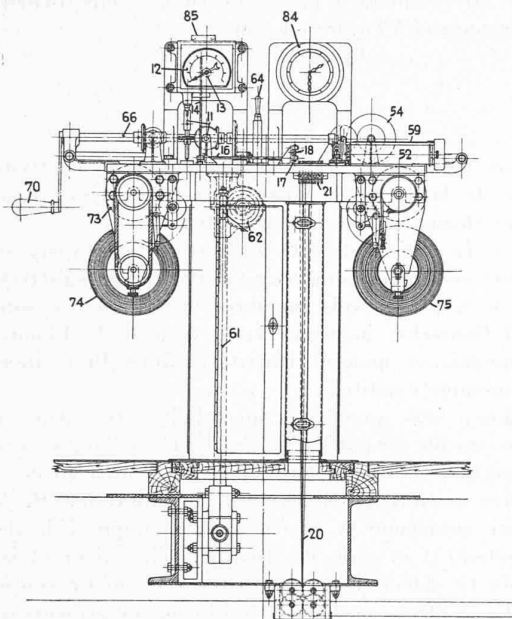


Fig. 29, Vue de la table en bout

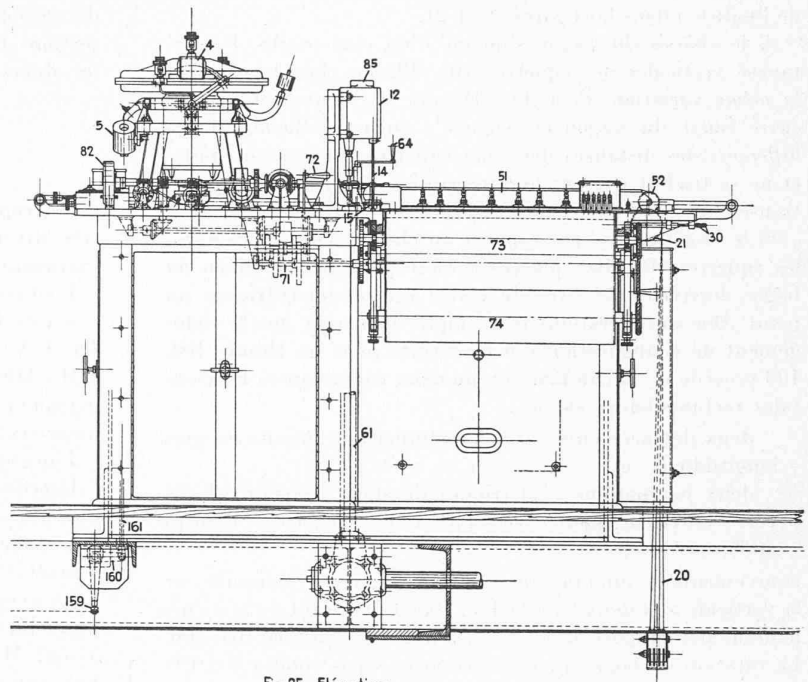


Fig. 25, Elévation

WAGON D'INSPECTION DES VOIES Système suisse.

Fig. 25 à 29. — Table des appareils, élévation, plan et vues latérales. Echelle 1 : 20.

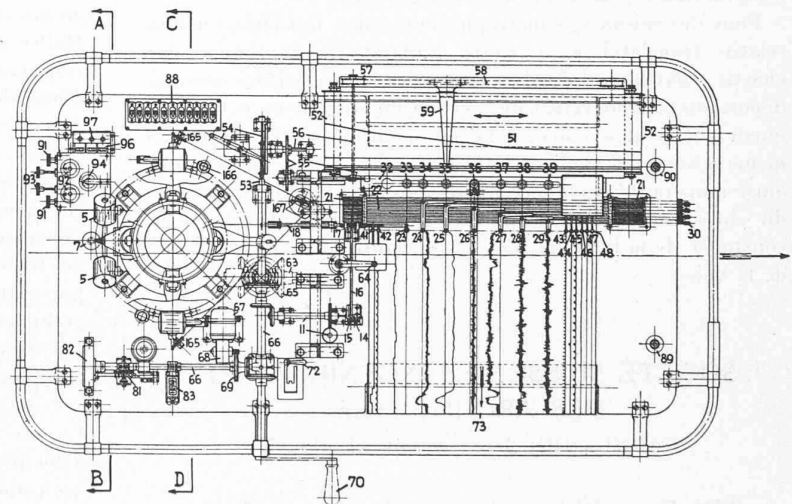


Fig. 26, Vue en plan

N° 33473/295

attaqués à l'extrémité de leur bras horizontal par les tirants 103, 103, accrochés aux équerres 101, 102. Toutes les articulations des tirants 103, 103 sont à la Cardan, afin de pouvoir suivre sans contrainte la rotation du bogie, dans laquelle les équerres se déplacent perpendiculairement au rayon aligné sur le centre du bogie. Un câble métallique 111, attaché au bras vertical 105 du levier coudé d'arrière, est mené horizontalement à travers le tube de protection 112, et passe autour du galet 113 fixé à l'extrémité du bras vertical 107 du levier d'avant. La quantité dont le câble 111 glisse sur le galet 113 est ainsi égale au déplacement horizontal relatif des deux bras verticaux 105 et 107 des leviers coudés, c'est-à-dire à une quantité proportionnelle à la différence des déplacements verticaux par rapport au châssis des équerres 101 et 102. Un raisonnement géométrique élémentaire fait voir que cette dernière différence est, à son tour, proportionnelle à la différence des variations de hauteur des deux boîtes à essieu vis-à-vis du

châssis, et cela dans le rapport de l'écartement horizontal des équerres 101 et 102 à l'écartement des essieux.

Il est facile, moyennant un choix convenable du rapport des longueurs des bras verticaux et horizontaux des leviers coudés 104/105 et 106/107, d'obtenir que le tirage du câble 111 mesure les inégalités du rail en vraie grandeur.

Pour éliminer de la mesure l'effet du mouvement relatif du galet 113 par rapport au châssis, le câble 111 est ramené au galet 114 dont le point d'enroulement tombe dans l'axe géométrique du pivot 108, puis de là est conduit sous la protection du tube 117 au galet de renvoi 118 et dévié par ce dernier perpendiculairement à la longueur du châssis; dans sa partie transversale, le câble est tendu par le ressort 119, qu'il traverse de part en part dans son âme pour aboutir finalement au galet 120 de la boîte à renvoi 38 au pied de la table des appareils.

Le dispositif entièrement analogue pour le rail de gauche

est désigné par les mêmes chiffres que ci-dessus, mais munis de l'indice *a* dans les figures 20 et 21.

Si le châssis du wagon s'incline d'un côté (roulis) les distances verticales des équerres 101, 102 au châssis subissent la même variation, de telle sorte que ce mouvement relatif entre caisse du wagon et bogie n'a aucune influence sur la différence des distances des deux équerres voisines au châssis et ne se traduit pas par une inscription de la plume enregistreuse.

Si le bogie tourne par rapport au châssis dans les courbes, les équerres 101, 102, placées symétriquement au milieu du bogie, décrivent des arcs de cercle égaux concentriques au pivot. Des considérations très simples montrent que le changement de configuration qui en résulte pour les tirants 103, 103 procède de la combinaison de deux composantes horizontales rectangulaires, savoir :

deux déplacements parallélogrammatiques égaux en sens longitudinal et

deux inclinaisons symétriques de signe contraire (l'une vers l'extérieur, l'autre vers l'intérieur) de part et d'autre de la verticale,

mouvements communiquant au total la même obliquité sur la verticale aux deux tirants 103, 103 et abaissant de la même hauteur par rapport au châssis les bras horizontaux 104, 106. La rotation du bogie impose ainsi aux leviers coudés 104/105 et 106/107 le même déplacement angulaire qui s'élimine par soustraction et laisse l'inscription inaltérée.

Pour des raisons géométriques analogues, les déplacements relatifs translatatoires du cadre explorateur par rapport au châssis (ébat latéral des boîtes à essieu, jeu axial des essieux, déportement transversal de la caisse du wagon) ne communiquent aucun mouvement à la plume enregistreuse. Le mécanisme à leviers d'angle et à tirants articulés à la Cardan rend ainsi inopérants les mouvements propres du bogie vis-à-vis du châssis du wagon, condition nécessaire pour assurer la constance de la ligne de zéro des inégalités dans les inflexions de la voie. (A suivre.)

SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

COMMUNIQUÉ DU COMITÉ CENTRAL

20^{me} Exposition nationale des Beaux-Arts, Lucerne 1941.

Le groupe I qui exposera du 8 juin au 14 juillet prévoit 4 sections, dont la quatrième est consacrée à l'architecture.

Les membres de la S. I. A. qui s'intéressent à une participation éventuelle peuvent obtenir des renseignements et la formule d'inscription auprès du secrétariat de la S. I. A. (Tiefenhöfe 11, Zurich). Dernier délai d'inscription 10 mai 1941.

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

(SECTION S. I. A.)

Assemblée générale du 28 mars 1941.

La Société vaudoise des ingénieurs et des architectes a tenu son assemblée générale annuelle, le 28 mars 1941, à Lausanne, sous la présidence de M. A. Pilet, architecte, chef du service

du plan d'extension de la ville de Lausanne. Les rapports du président et du caissier, la fixation de la cotisation de section et le renouvellement partiel du comité constituaient les objets principaux à l'ordre du jour.

* * *

Du rapport présidentiel, tableau d'ensemble de l'activité très diverse de la section pendant l'exercice écoulé, nous extrayons les éléments essentiels suivants :

L'effectif de la section, de 305 membres, a peu varié au cours de 1940, malgré les nombreuses mutations enregistrées. La S. V. I. A. a perdu trois membres par décès ; ce sont MM. Alfred Gautschy, ingénieur civil, Aymon de Blonay, ingénieur mécanicien, membre émérite et Jules Bron, ingénieur civil, membre émérite.

L'organisation des conférences incombait cette année à l'Association amicale des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs, qui s'est acquittée de sa mission très heureusement en dépit des difficultés nombreuses dues à la mobilisation. M. le colonel Curti, professeur à l'Ecole polytechnique fédérale, nous a entretenu d'un sujet d'actualité : L'ingénieur et les problèmes du tir calculé à grande distance et du tir contre avion. M. E. Juillard, professeur à l'Ecole d'ingénieurs de Lausanne, dans un exposé original, a brossé un tableau sobre et précis des bases de la radiotechnique. M. Ellenberger, architecte, a parlé de l'architecture œuvre poétique. M. P. de Haller, ingénieur, a montré quelles étaient les idées modernes concernant la turbulence. M. J. Bolomey, professeur à l'Ecole d'ingénieurs de Lausanne, a introduit une discussion sur divers problèmes concernant le béton. Au cours de l'été, la section a effectué une excursion très réussie à Sainte-Croix, pour visiter les usines Paillard. En automne, la S. V. I. A. a eu l'honneur de recevoir le Groupe S. I. A. des Ponts et Charpentiers, réuni à Lausanne pour entendre une conférence de M. le professeur A. Paris, sur le calcul des voûtes autoportantes. Cet exposé très fouillé a été introduit par M. Pilet, architecte, qui montra par une série de clichés très suggestifs diverses applications de ce système moderne de construction¹.

L'activité du comité a été absorbée par des tâches multiples. La série de prix de 1940, malgré les circonstances défavorables, a pu paraître. Elle a obtenu un succès que méritaient ceux qui collaborèrent pour l'adapter toujours mieux au but qu'elle se propose d'atteindre. La protection du titre d'ingénieur et d'architecte a remporté un premier succès sur le plan cantonal. En effet, on enregistra avec satisfaction l'acceptation par le Grand Conseil vaudois de la nouvelle loi cantonale sur la police des constructions² qui consacre l'officialité du titre d'ingénieur et d'architecte. Ce succès réconfortant est le résultat des efforts persévérants des membres des différentes commissions et des députés, membres de la section, MM. René Bonnard, architecte, Mayr, P. Oguey et J. Peitrequin, ingénieurs, à qui va toute notre reconnaissance.

L'action de la S. V. I. A., avec la collaboration des autorités cantonales et communales, en vue de créer des occasions de travail pour les bureaux techniques d'ingénieurs et d'architectes, a obtenu un résultat déjà appréciable, puisque des commissions locales constituées dans les diverses régions du canton ont réussi à obtenir des communes l'octroi de travaux

¹ La plupart de ces conférences ont fait ou feront l'objet de comptes rendus ou de publication intégrale dans le *Bulletin technique* (Réd.).

² Voir *Bulletin technique* du 19 avril 1941, page 89. « La nouvelle loi vaudoise sur les constructions », par A. Virieux, architecte cantonal (Réd.).