

## CHAPITRE X

### BOGIES.

#### 1<sup>o</sup> Généralités.

##### a) Définition et rôle.

Le bogie est un petit chariot à 2 essieux écartés de 2 m. environ, articulé autour d'une cheville ouvrière placée, soit en son centre de figure, soit près de celui-ci vers l'arrière (1). Le bogie peut sur toutes les locomotives modernes, outre un mouvement de rotation autour de son pivot central prendre un jeu latéral de plusieurs centimètres pour s'inscrire plus facilement dans les courbes. Ce jeu est contrôlé par un dispositif de rappel. Le bogie reçoit le poids de l'extrémité de la machine soit par son pivot central, soit latéralement.

Le bogie permet l'augmentation du volume de la chaudière tout en conservant sur chaque essieu une charge ne dépassant pas celle permise par la voie. Il permet d'augmenter l'empattement de la locomotive et par suite sa stabilité sans réduire sa souplesse d'inscription; son emploi supprime le porte à faux du châssis de la locomotive au delà de l'empattement rigide. Il permet l'inscription géométrique dans les courbes de faible rayon. Il guide la locomotive grâce à son dispositif de rappel en assurant la meilleure répartition possible sur les essieux des importantes réactions latérales qui naissent entre rail et roue :

— Celles dues au lacet consécutif à la conicité des bandages et au jeu des boudins dans la voie dans la circulation en alignement droit (voir chapitre VIII).

— Celles à l'entrée en courbe par suite des forces d'inertie.

— Celles en courbe de faible rayon par suite des glissements et pseudo-glissements au contact rail-roue qui résultent de l'incompatibilité de la courbure de la voie avec la solidarité des roues couplées entre elles (mêmes vitesses angulaires) et avec le maintien de leur parallélisme dans le châssis. Rappelons que le problème de l'inscription géométrique en courbe est facile à résoudre, mais que celui du guidage qui intéresse au plus haut degré la sécurité est complexe. Ce dernier problème est celui de l'étude théorique et pratique de stabilité de route des locomotives et par suite conditionne leur vitesse-limite.

##### b) Butées latérales.

Le déplacement latéral du bogie par rapport au pivot est toujours limité par des butées centrales; indépendamment de ces dernières, il en existe d'autres pour limiter sa rotation, empêcher ainsi des contacts de pièces mobiles et de pièces fixes des 2 châssis et disposées de façon que le déplacement du châssis de bogie par rapport à celui de la machine se fasse en éventail. Ces butées peuvent se trouver placées à l'avant et à l'arrière ou à l'arrière seulement du bogie. Il est très important de veiller à ce qu'aucune butée intempestive n'empêche

(1) Ceci dans le but de mieux répartir entre les deux roues directrices du bogie la pression d'appui que ces roues doivent transmettre au rail extérieur pour produire l'effort de rappel (voir chapitre VIII § A 1<sup>o</sup> b).

les 2 roues du même côté du bogie de venir s'appliquer ensemble et librement sur le rail dans les courbes, et cela même à la limite du déplacement latéral: sans cela il pourrait en résulter des déraillements en courbe. Trois cas anormaux dans lesquels les roues sont empêchées de s'appliquer en même temps sur le rail dans l'inscription en courbe peuvent se produire :

— Les 2 butées intempestives d'avant et d'arrière sont toutes deux trop serrées, elles empêchent le bogie de profiter du déplacement latéral prévu en son milieu: dans ce cas il est évident que le déraillement est probable en courbe de petit rayon.

— Les butées intempestives sont disposées de telle façon que c'est le boudin de l'essieu d'avant de bogie qui vient seul toucher latéralement le rail dans certaines circonstances; l'effort latéral sur le rail n'est plus partagé entre les 2 essieux et l'angle d'attaque de la roue avant sur le rail est positif et sensible; tout cela facilite le déraillement.

— Les butées intempestives sont disposées de telle façon que c'est le boudin de l'essieu d'arrière du bogie qui vient seul toucher latéralement le rail dans certaines circonstances; au point de vue déraillement le cas est moins grave que le précédent parce qu'ici l'angle d'attaque de la roue sur le rail est négatif, l'effort latéral n'est plus partagé.

Pour parer à ces défauts, on a été amené à porter de 12 à 20 mm. le jeu des butées arrières des bogies de Pacific. Afin de leur permettre de s'inscrire dans des courbes de 116 m. de rayon au lieu de 160 le jeu des butées arrières des 230-001 à 055 a été porté de 10 à 23 mm., celui des butées arrières de 230-801 à 840 de 10 à 14 mm. et celui des butées avant de ces dernières machines de 81 à 105 mm.

## 2<sup>o</sup> Bogie type Ouest.

Il est à appui central plan et à rappel par ressorts (*fig. 149*).

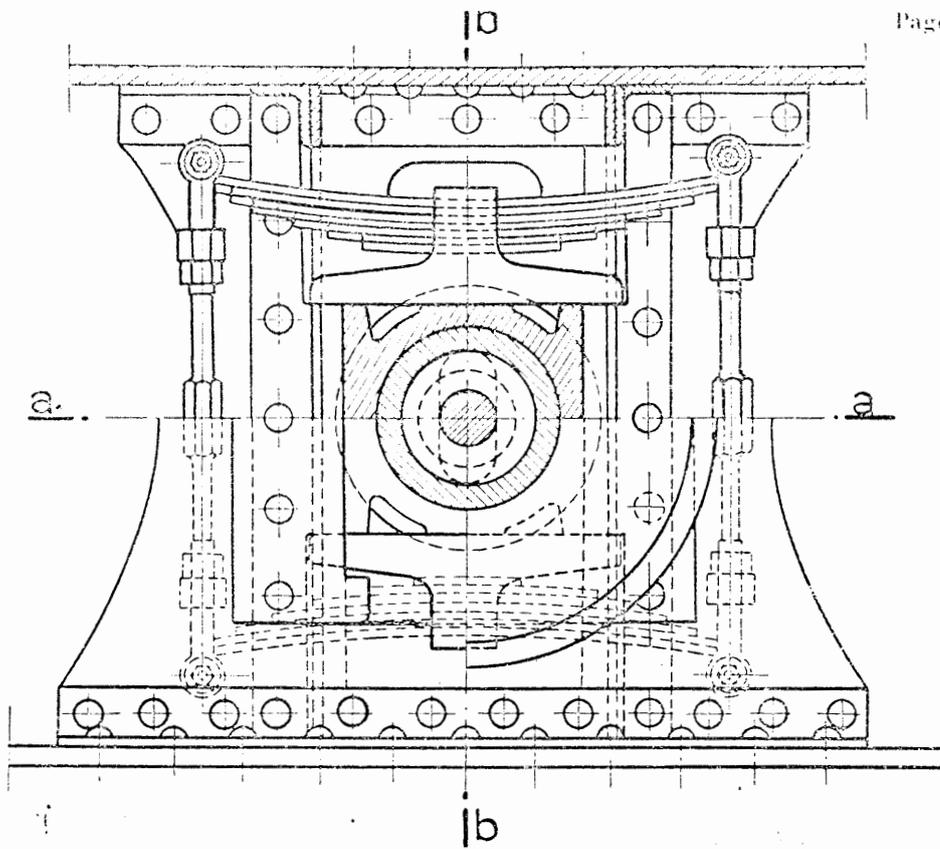
### a) Charge et suspension.

Le châssis de bogie est formé de deux longerons en acier reliés par un caissonnement en acier moulé sur lequel repose un support de pivot, en acier moulé également, qui glisse dans une rainure transversale.

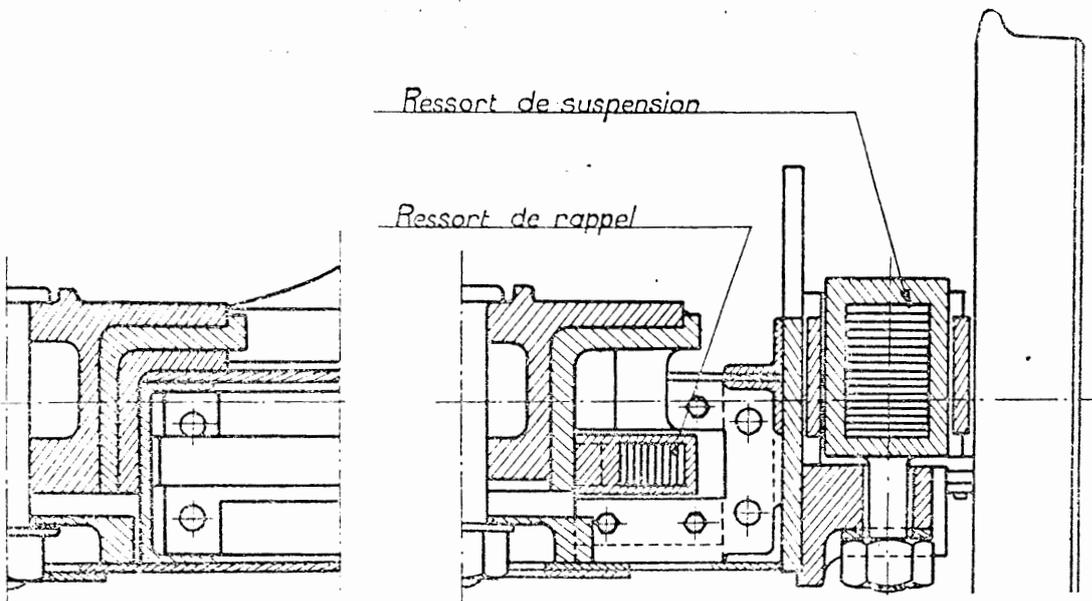
Il y a 2 surfaces frottantes : l'une annulaire plane et horizontale, entre le pivot et son support, sur laquelle s'opère le déplacement angulaire, l'autre double à plans verticaux et horizontaux, entre le support de pivot et le châssis de bogie, sur laquelle s'opère le déplacement rectiligne transversal.

Dans ce type de pivot central le couple résistant qui freine la rotation du bogie est faible à cause du peu de chemin parcouru par le frottement. On peut sans beaucoup d'erreur admettre que toute la charge agit sur la circonférence moyenne de la couronne dont le diamètre moyen est ainsi le bras du couple (430 mm. environ).

Ce type de pivot central plan à grand diamètre (600 mm.) empêche le châssis de bogie de jouer le rôle de balancier transversal et longitudinal. Il en résulte que dans le sens transversal la charge de la locomotive ne peut effectivement être considérée comme reposant au centre du pivot, on ne peut réaliser la suspension sur trois points ce qui est un inconvénient pour les machines longues et les fortes pentes de surhaussement. Par contre, en courbe et à grande vitesse la force centrifuge charge les roues extérieures ce qui est un avantage. De même le déplacement latéral rapproche en courbe le pivot des roues extérieures et augmente leur charge. Dans le sens longitudinal il y a intérêt majeur à égaliser les charges du premier et du deuxième essieux au point de vue des dénivellations. Pour cela on assure la suspension de chaque côté par un grand ressort longitudinal unique et renversé dont le milieu articulé au châssis correspond au plan médian transversal du bogie et dont les extrémités sont reliées par de petites menottes (*fig. 150*) ou tiges de tension réglable (*fig. 151*) à un joug à 2 flâques reposant par ses extrémités sur les dessus de boîtes (par l'intermédiaire de vis de réglage dans le premier cas). Ce mode de suspension outre son office de balancier longitudinal de très faible inertie est simple et a l'avantage de désintéresser complètement le châssis de bogie



<i>Caractéristiques du ressort</i>	
<i>Flèche de fabrication</i>	0,065
<i>Charge normale (bande initiale)</i>	1410 K
<i>Flèche sous charge normale</i>	0,050
<i>Charge maxima en travail</i>	3770 K
<i>Flexibilité par tonne</i>	0,0106
<i>Flexibilité par tonne du système 2 ressorts conjugués</i>	0,0212



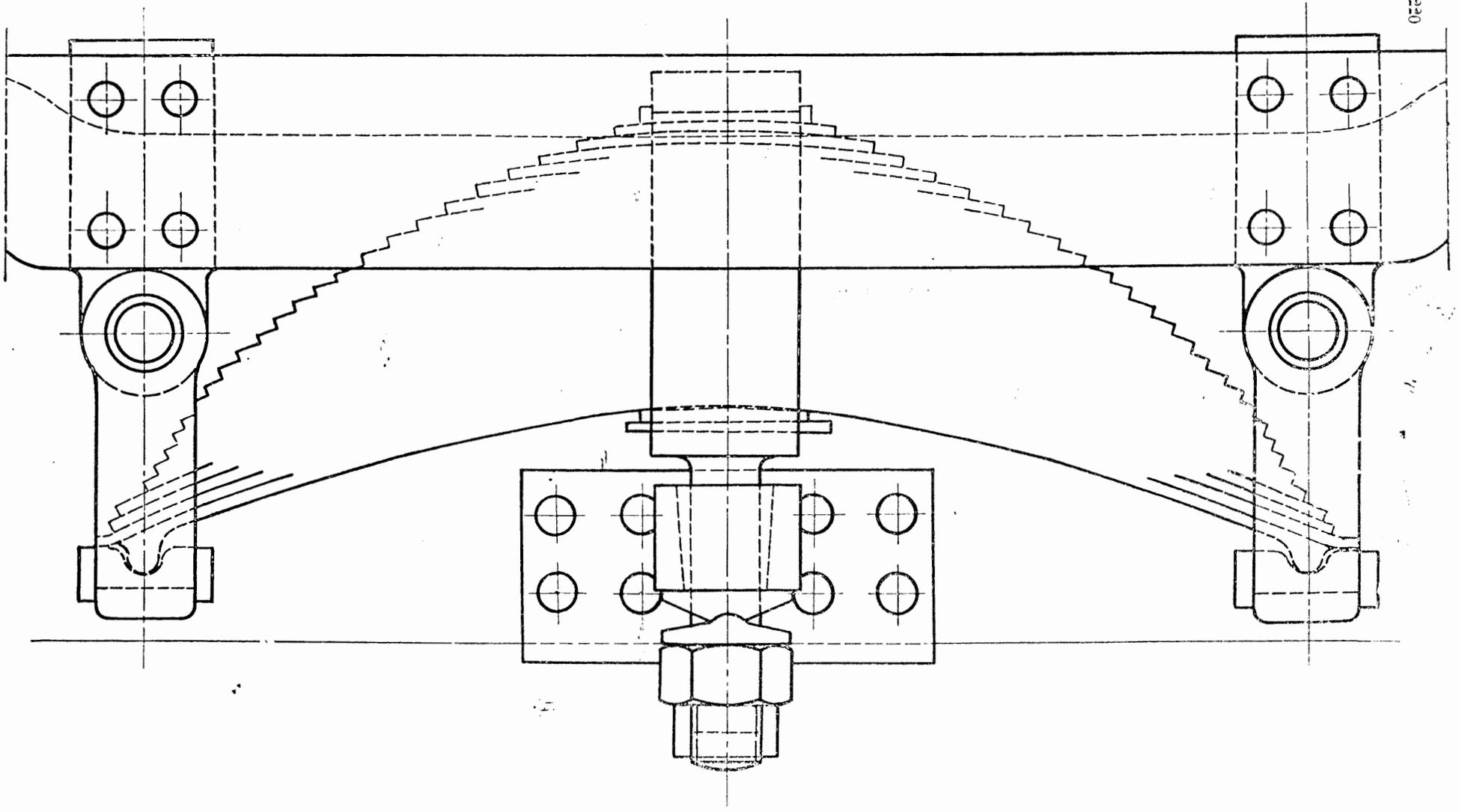


FIG. 150

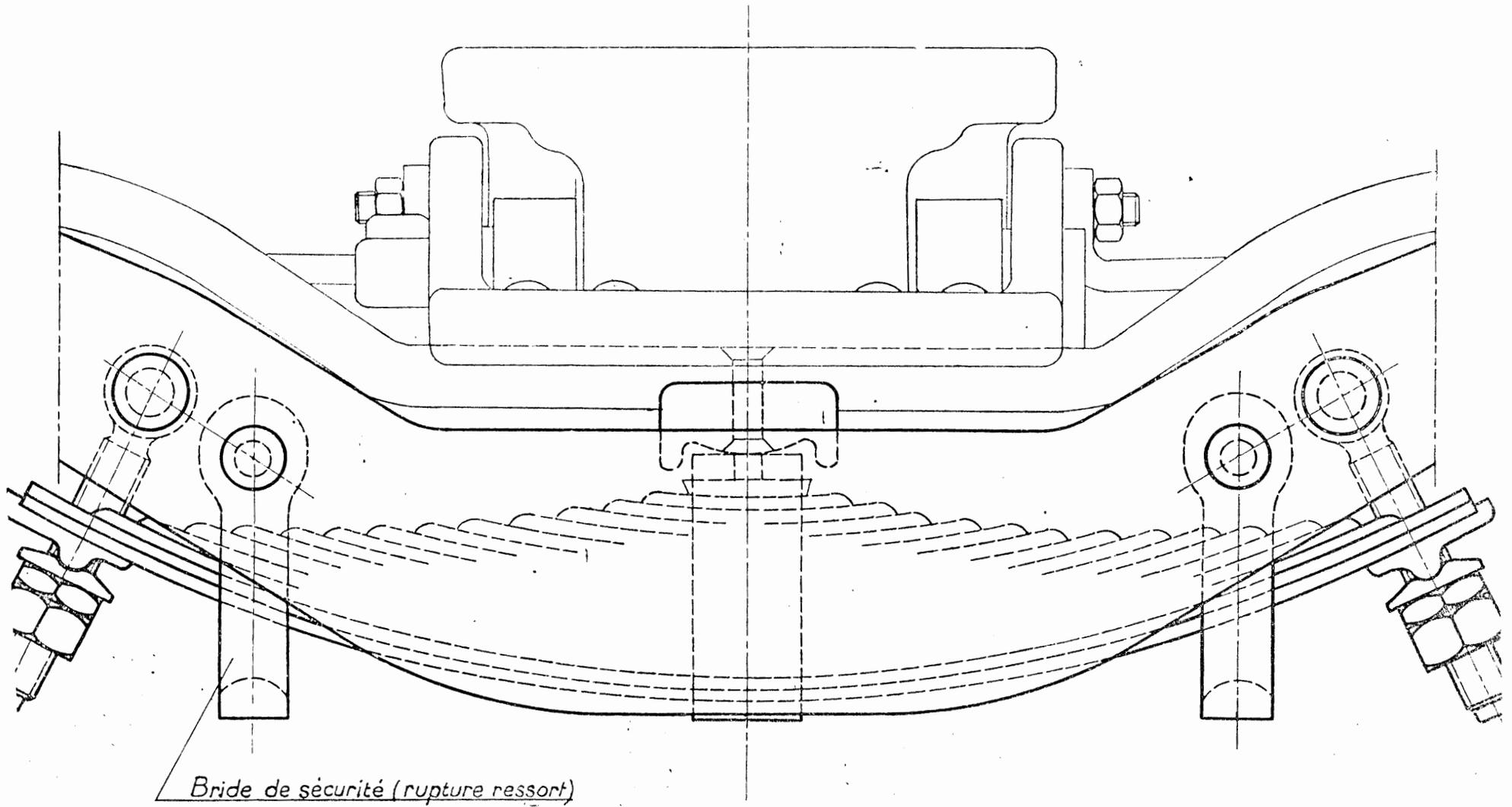


FIG. 151

des chocs dus aux réactions de la voie par rapport au mode de suspension où les ressorts sont entre châssis de bogie et châssis principal. On peut aussi utiliser (*fig. 152*) deux ressorts reliés par balancier longitudinal (231-011 à 060).

Pour permettre le soulèvement du bogie lors d'un levage de la machine un boulon central du pivot relie les 2 châssis. On lui donne un jeu vertical de 10 mm. environ.

#### b) Rappel.

Le déplacement latéral (40 à 50 mm. de chaque côté) est contrôlé par des ressorts à lames, placés à plat, ayant une tension initiale de 1.410 kg. et une flexibilité de 10 mm. 6 par tonne. Ces 2 ressorts sont généralement conjugués par des tendeurs à vis et quand le pivot se déplace d'un côté, il comprime les 2 ressorts, la bride du ressort déplacé directement par le pivot prenant appui sur lui et la bride de l'autre ressort prenant appui sur la traverse de bogie.

La résistance en tonnes au déplacement latéral du bogie en fonction de ce déplacement ( $d$ ) en mm. est égale à :

$$\left\{ \begin{array}{l} 15 t \text{ étant la charge du châssis principal reposant sur le bogie.} \\ 0,15 \text{ le coefficient de frottement du pivot sur ses glissières.} \\ 0,10 \text{ le frottement proportionnel des ressorts à lames.} \end{array} \right.$$

$$1 t. 4 + \frac{d}{2 \times 10,5} (1 + 0,1) + (15 t. \times 0,15).$$

L'effort de rappel en fonction de ( $d$ ) est égal à :

$$1 t. 4 + \frac{d}{2 \times 10,5} (1 - 0,1) - (15 t. \times 0,15).$$

Ces efforts sont représentés graphiquement (*fig. 153*).

### 3<sup>o</sup> Bogie type État.

Il est à appui central et à rappel par biellettes.

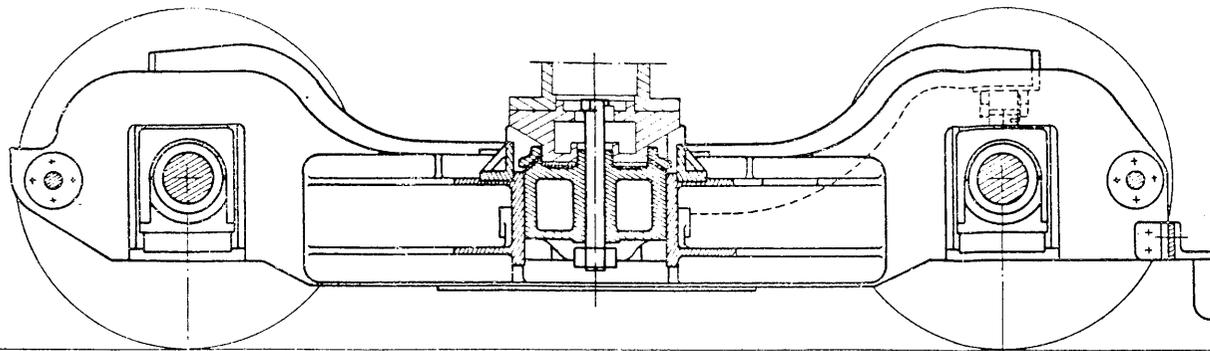
#### a) Charge et suspension.

C'est le bogie précédent dont le support de pivot a été remplacé par une crapaudine suspendue par 4 biellettes simples ou à trois axes comme celles précédemment décrites pour les bissels. Cette crapaudine peut tourner autour du pivot annulaire, de plus faible diamètre que dans le bogie Ouest. Le couple résistant qui freine la rotation du bogie est donc plus faible (la moitié environ). Le châssis de bogie ne peut faire l'office de balancier transversal et longitudinal et la suspension est la même que celle du bogie Ouest.

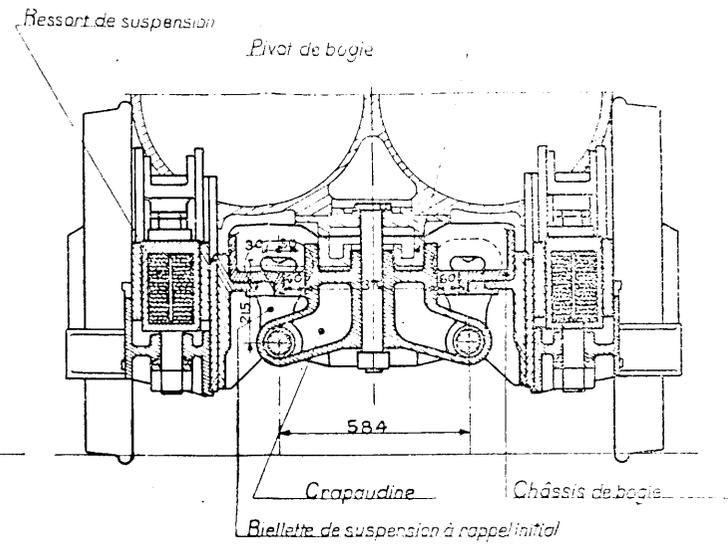
Lors d'un déplacement latéral, l'obliquité que prennent les biellettes écarte les 2 châssis parallèlement à la voie, soulève le châssis principal, affaisse celui de bogie ainsi qu'il a été expliqué pour les bissels. Les biellettes sont très courtes (130 à 160 mm.) lorsqu'elles sont verticales à 2 axes pour obtenir rapidement un effort de rappel suffisant. De ce fait les bagues des axes prennent assez rapidement de l'ovalisation et le contact de l'entretoise du châssis principal et des balanciers peut se produire entraînant le faussage des flasques de ces balanciers; d'autre part le frottement des axes dans le déplacement latéral est très faible s'ils sont bien graissés, c'est un inconvénient pour l'amortissement des oscillations de lacet mais il ne diminue pas l'effort de rappel.

#### b) Rappel.

Son mécanisme a été expliqué au chapitre des bissels. Les efforts résistants de rappel sont représentés *figure 153*.

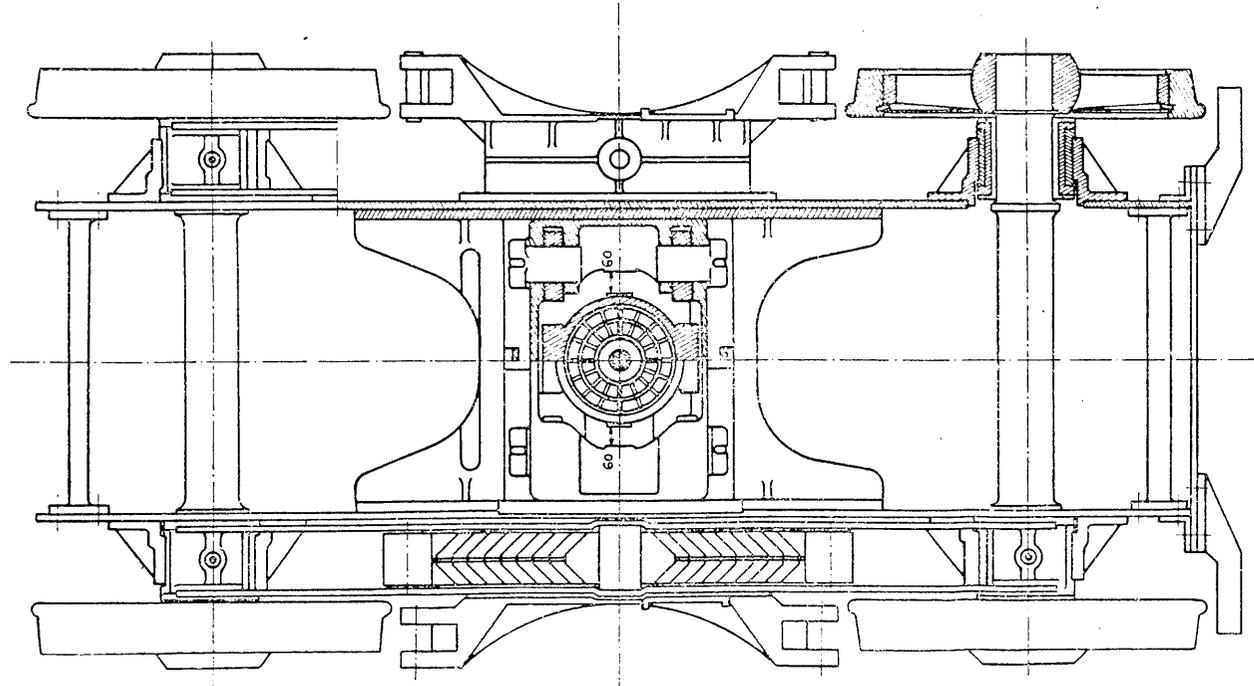


2300



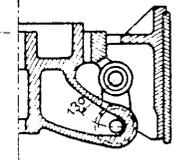
584

Crapaudine Châssis de bogie  
Biellette de suspension à rappel initial



60

Cas des biellettes de suspension sans rappel initial



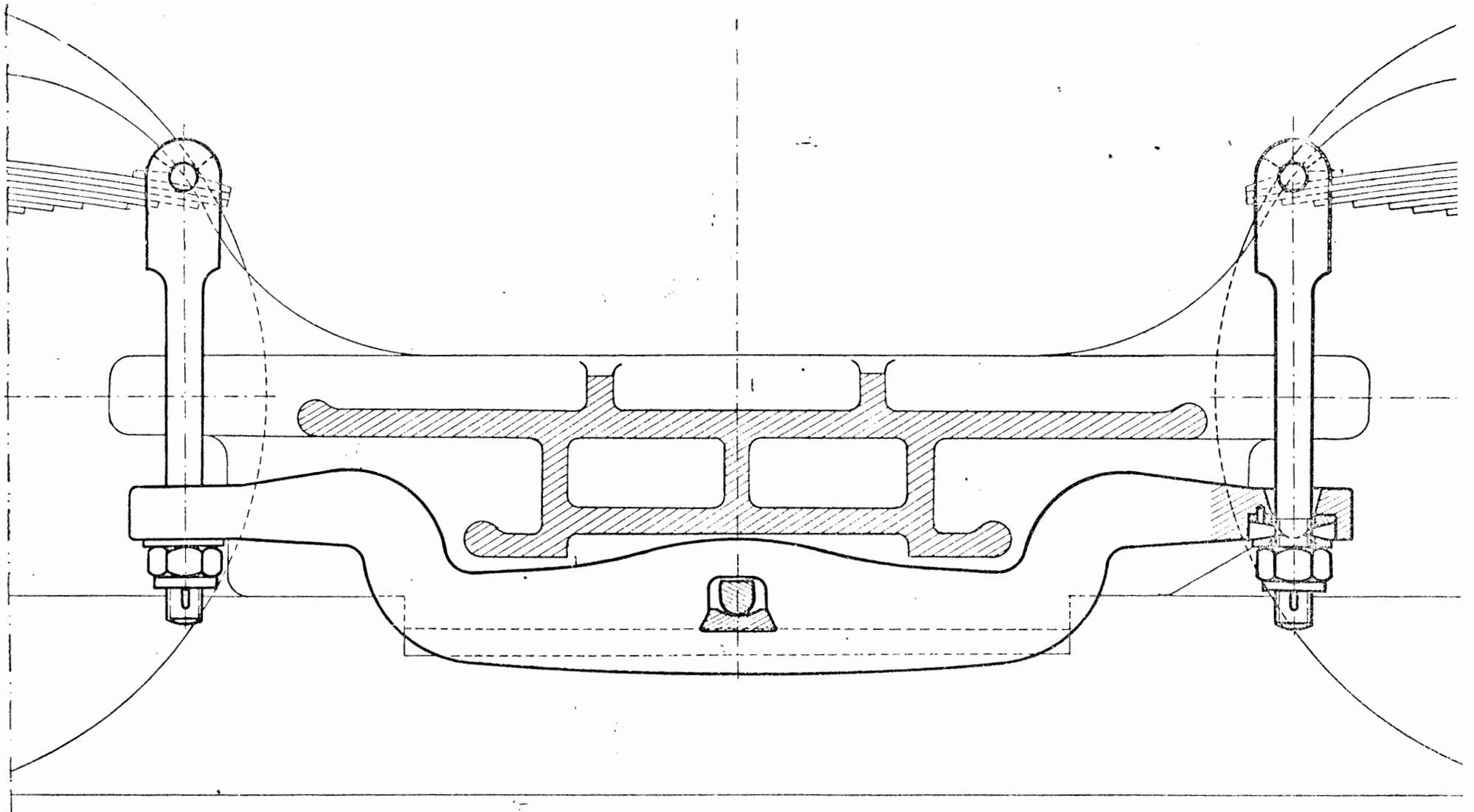


FIG. 152

Les expériences entreprises ont montré que les locomotives à grande vitesse doivent être munies à l'avant de bogies à rappel initial élevé pour éviter des mouvements de lacet au cours desquels les essieux couplés viendraient frapper le rail, c'est-à-dire que les locomotives à grande vitesse doivent être parfaitement guidées par leurs bogies.

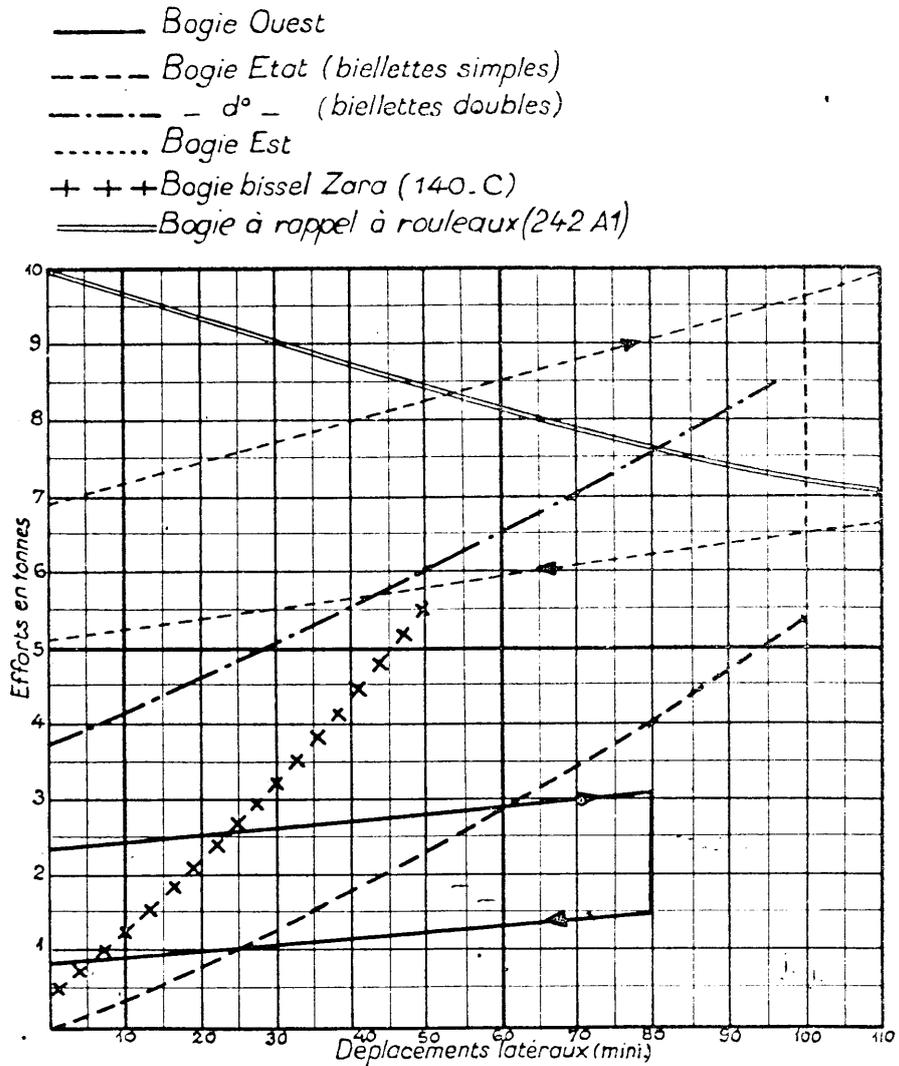


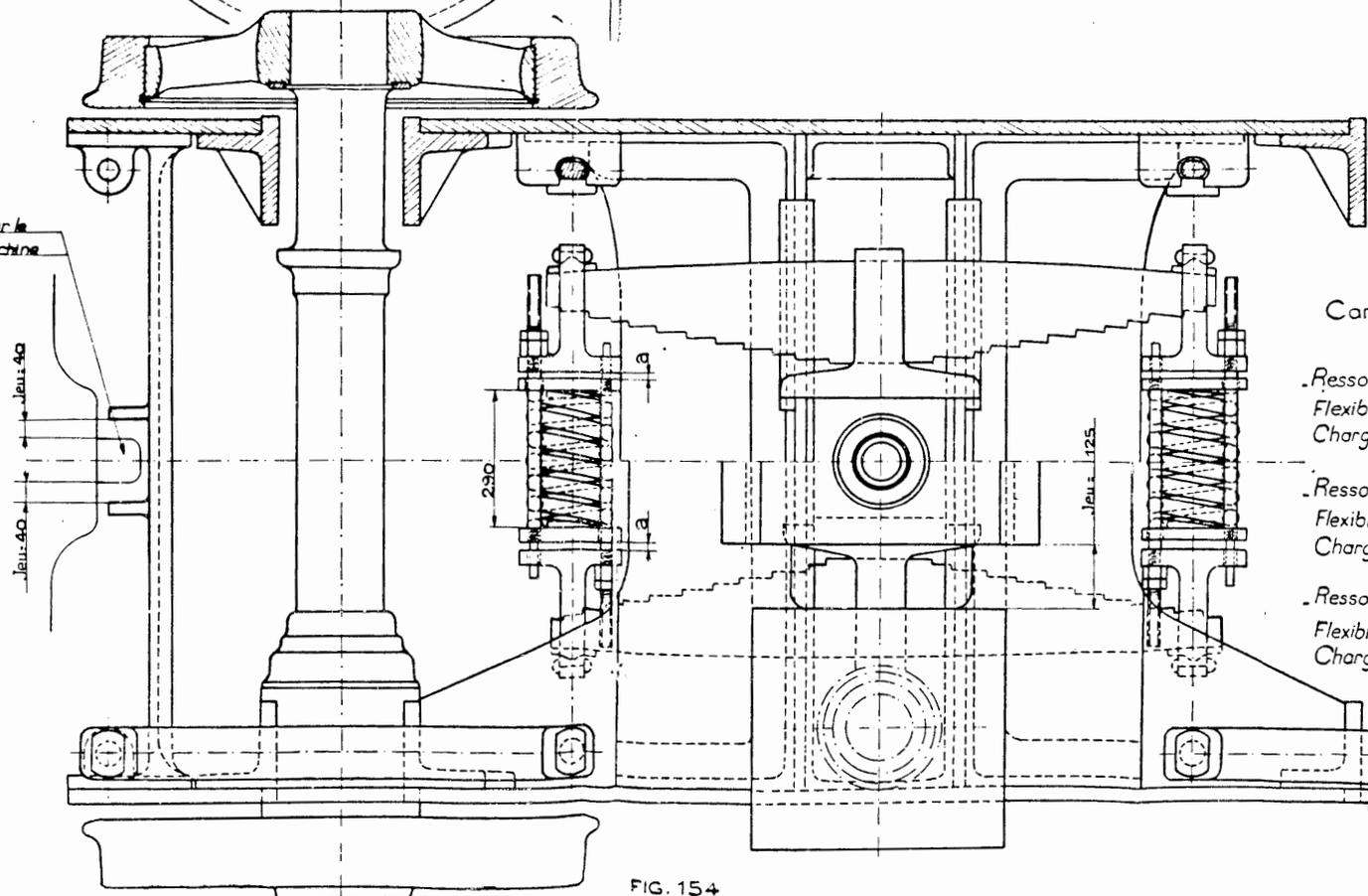
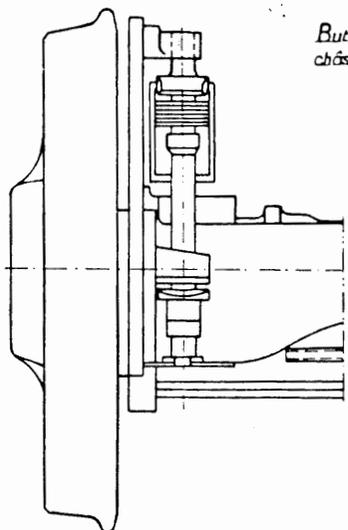
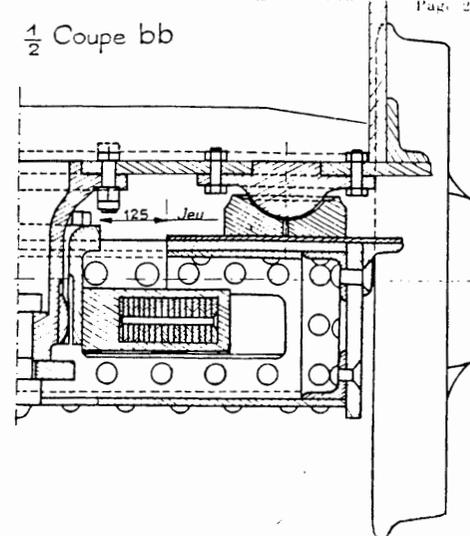
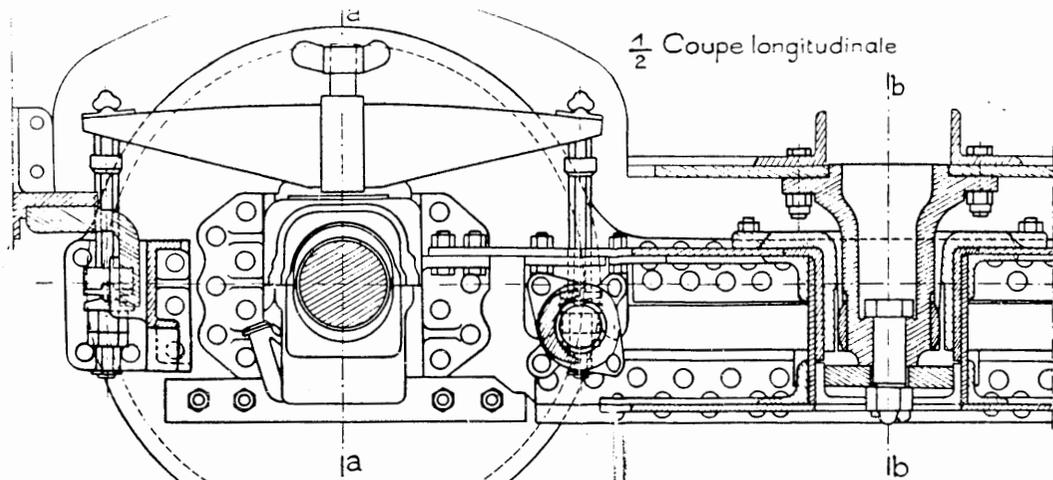
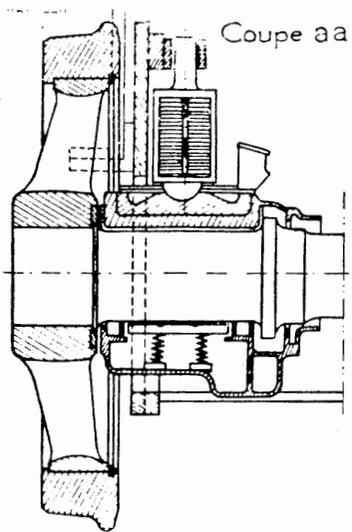
FIG. 153

#### 4<sup>o</sup> Bogie type Est ou "de Glehn".

Il est à appuis latéraux sphériques et rappel par ressorts. La figure 154 représente le bogie des 241-A.

##### a) Charge et suspension.

Le châssis de bogie est constitué par 2 longerons en tôle d'acier, d'un caisson central en



Caractéristiques des ressorts

- Ressort de suspension.  
Flexibilité par 1000 kg : 12,96 mm  
Charge normale : 6.000 kg
- Ressort de rappel à lames.  
Flexibilité par 1000 kg : 9,6 mm  
Charge maxima en service : 12600 kg
- Ressort de rappel en hélice.  
Flexibilité par 1000 kg : 20,33 mm  
Charge maxima en service : 6300 kg

FIG. 154

tôle et cornières disposé pour supporter la charge de la machine par l'intermédiaire de 2 rotules et 2 crapaudines placées à l'intérieur des longerons et dont l'écartement est du même ordre de grandeur que celui des rails. Ces crapaudines en fonte peuvent glisser horizontalement dans tous les sens sur des surfaces planes cémentées et trempées fixées au caisson central.

Le pivot du bogie sert à son entraînement en agissant sur lui par l'intermédiaire d'un coulisseau pouvant se déplacer latéralement de 125 mm. de part et d'autre de l'axe longitudinal du bogie dans une coulisse ménagée dans le caisson central.

Dans ce type de bogie, le couple résistant qui freine la rotation est important : le bras du couple étant égal à la distance des 2 crapaudines soit 1 m. environ, il est 4 à 5 fois plus grand que dans le bogie type Etat. L'assiette du corps de la locomotive est élargie; les ressorts de suspension du bogie participent au redressement latéral de la locomotive dans le mouvement de roulis.

Le châssis de bogie ne joue pas le rôle de balancier transversal mais il joue le rôle de balancier longitudinal en pouvant tourner autour d'un axe horizontal perpendiculaire à la direction des rails et passant, non par les centres de courbure des rotules, mais plus exactement par le centre de la partie latéralement sphérique du pivot. Cette possibilité de rotation remplit le même but que le joug des ressorts des bogies types Ouest et Etat mais les frottements qui en résultent (rotules dans les crapaudines et surtout crapaudines sur les plaques de friction) ainsi que la mise en mouvement instantanée de la masse importante du bogie, lorsqu'un essieu passe sur une dénivellation, retardent un peu cette rotation aux très grandes vitesses.

Les essieux d'un bogie jouant le rôle de balancier longitudinal peuvent être reliés à son châssis par 4 ressorts indépendants. Ils sont généralement placés à l'intérieur des longerons, ils appuient au centre de chaque boîte par une rotule et sont guidés en dessus par une tige coulissant dans un guide. Toutefois la *figure 84e* a montré une autre disposition de ressorts utilisée sur les 232 TA qui neutralise partiellement l'effet de balancier du bogie.

Le seul déplacement latéral du bogie n'écarte pas les 2 châssis l'un de l'autre mais surcharge les roues extérieures au profit des roues intérieures déchargées de la même quantité, ceci provenant du déplacement des crapaudines par rapport au centre de figure du châssis de bogie.

#### b) Rappel.

Le déplacement latéral du coulisseau est réglé par 2 ressorts antagonistes à lames conjugués par leurs extrémités à 2 ressorts en hélice travaillant à la compression. La bande de pose des ressorts est à observer exactement. Si les caractéristiques des ressorts sont correctes, on l'obtient au montage, en vissant les écrous des tiges d'entraînement reliant les platines d'appui des ressorts hélicoïdaux, de telle sorte que la distance entre les faces internes des platines d'un même ressort soit égale à 290 mm. Les flexibilités des 2 ressorts, à lame s'ajoutent, on les a donc établis avec une flexibilité moitié environ de celle des ressorts hélicoïdaux. Pour assurer dans tous les cas un fonctionnement correct de l'ensemble élastique, les épaisseurs d'origine des platines et embases d'étrier des ressorts à lames ont été réduites, et l'on doit au montage, outre respecter la flèche indiquée ci-dessus, s'assurer que le jeu (*a*) restant entre la face interne de l'embase des étriers et la face externe de la platine d'appui du ressort est le même des deux côtés.

La résistance en tonnes au déplacement latéral du bogie en fonction du déplacement (*d*) en mm. est égale à :

- 7<sup>t</sup> étant la tension initiale minimum.
- 0,10 le frottement proportionnel des ressorts à lames.
- P = 19<sup>t</sup> étant la charge du châssis principal reposant sur le bogie.
- f = 0,10 le coefficient de frottement des crapaudines.
- 20 mm. la flexibilité par tonne du montage de l'ensemble.

$$7^t + \frac{d}{20} (1 + 0,1) + (19^t \times 0,10).$$

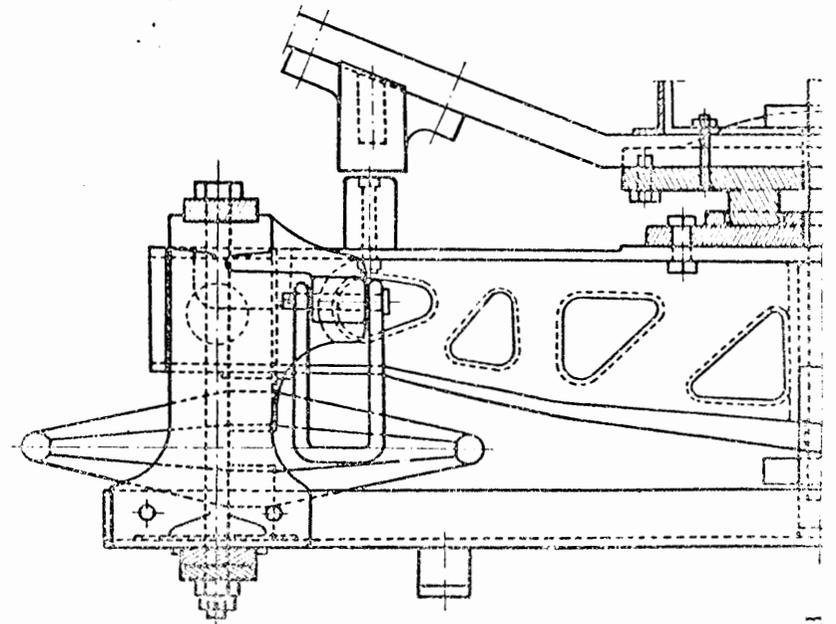
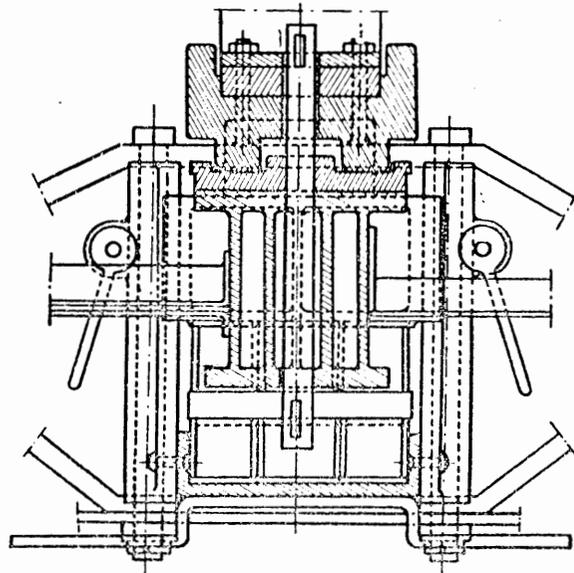
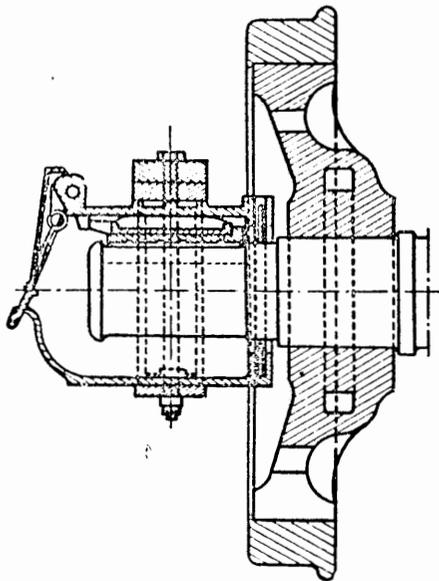
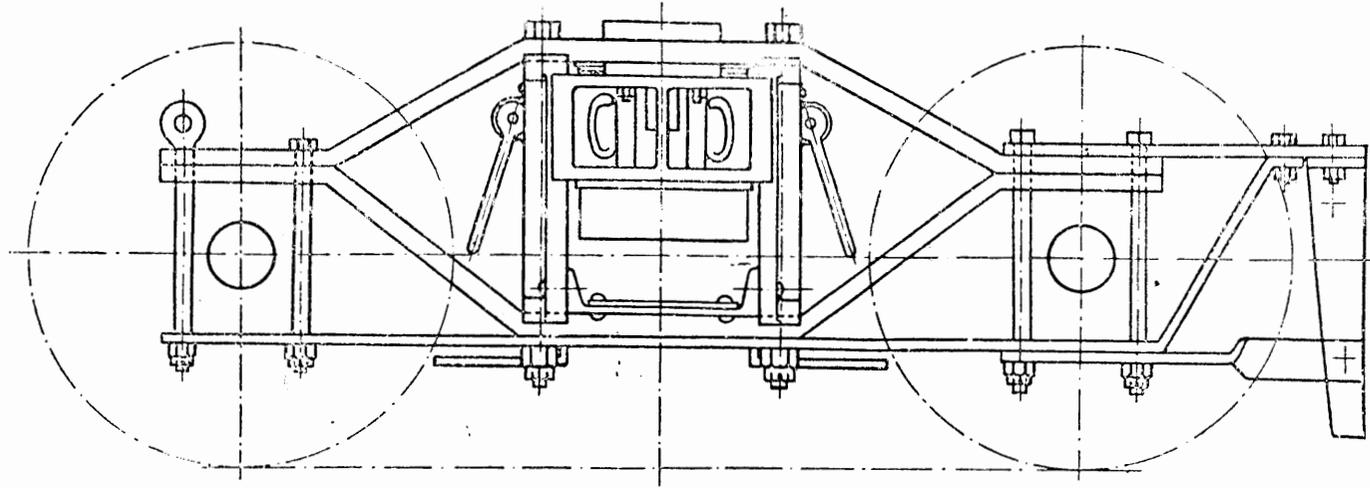


FIG. 56

L'effort de rappel en fonction de  $(d)$  est égal à :

$$7^t + \frac{d}{20} (1 - 0,1) - (19^t \times 0,10).$$

Ces efforts sont représentés graphiquement (*fig. 153*).

On voit l'importance d'un bon graissage des parties frottantes. Sinon, il peut en résulter un effort résistant latéral et un couple résistant de pivotement exagérés d'où il s'ensuivrait que le premier essieu de bogie exercerait sur la voie un effort latéral beaucoup plus grand que le deuxième. Ce supplément d'effort latéral serait égal à :

$$Pf \times \frac{c}{b}$$

$c$  étant l'écartement des crapaudines et  $b$  celui des essieux. Si  $f$  est faible (0,05) cet effort est faible (0,5<sup>t</sup> environ); si  $f = 0,20$  l'effort supplémentaire est de 2<sup>t</sup>, d'où par exemple un effort

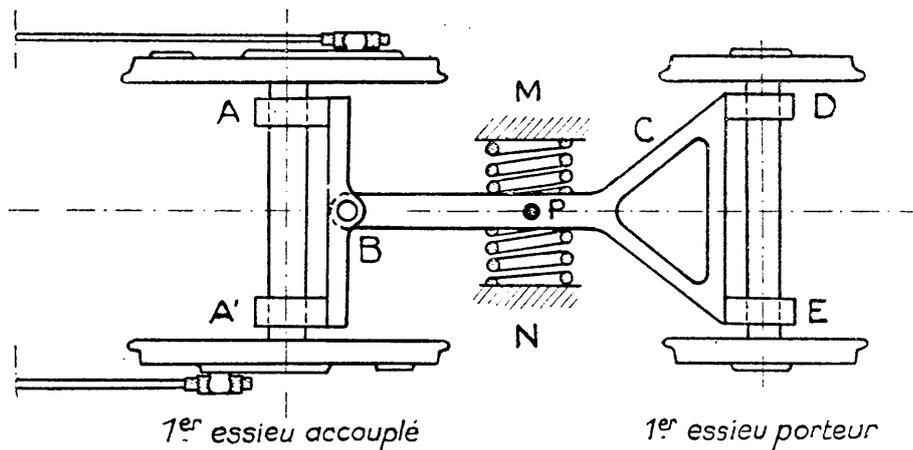


FIG. 157

de 4<sup>t</sup> sur l'essieu avant, 2<sup>t</sup> sur l'essieu arrière (on retrouve ici la proportion de 2/3 admise en vitesse mais qui doit aussi tenir compte des efforts d'inertie); il pourrait même arriver qu'avec un grippement des surfaces la difficulté du déplacement latéral et la difficulté de la rotation deviennent une cause de déraillement. La traverse extrême arrière du bogie porte des butées qui limitent le déplacement arrière du bogie par rapport au châssis de la locomotive à 40 mm. de chaque côté.

La *figure 155* est un autre montage du dispositif de rappel à ressort (230-001 à 030). Un seul ressort se comprime dans le déplacement latéral mais il existe néanmoins un rappel initial.

### 5<sup>o</sup> Bogie type P. L. M.

Il est à pivot d'appui central sphérique et rappel par plans inclinés. Le bogie fait l'office parfait du balancier transversal et longitudinal. La charge du bogie repose sur 2 ressorts à lames formant aussi balancier. Pour empêcher le bogie de prendre un mouvement de galop fou et exagéré auquel le mode de suspension ne s'oppose pas, une bielle verticale rattache le bogie au châssis de la locomotive à l'avant, elle est assez longue pour ne pas gêner les dépla-

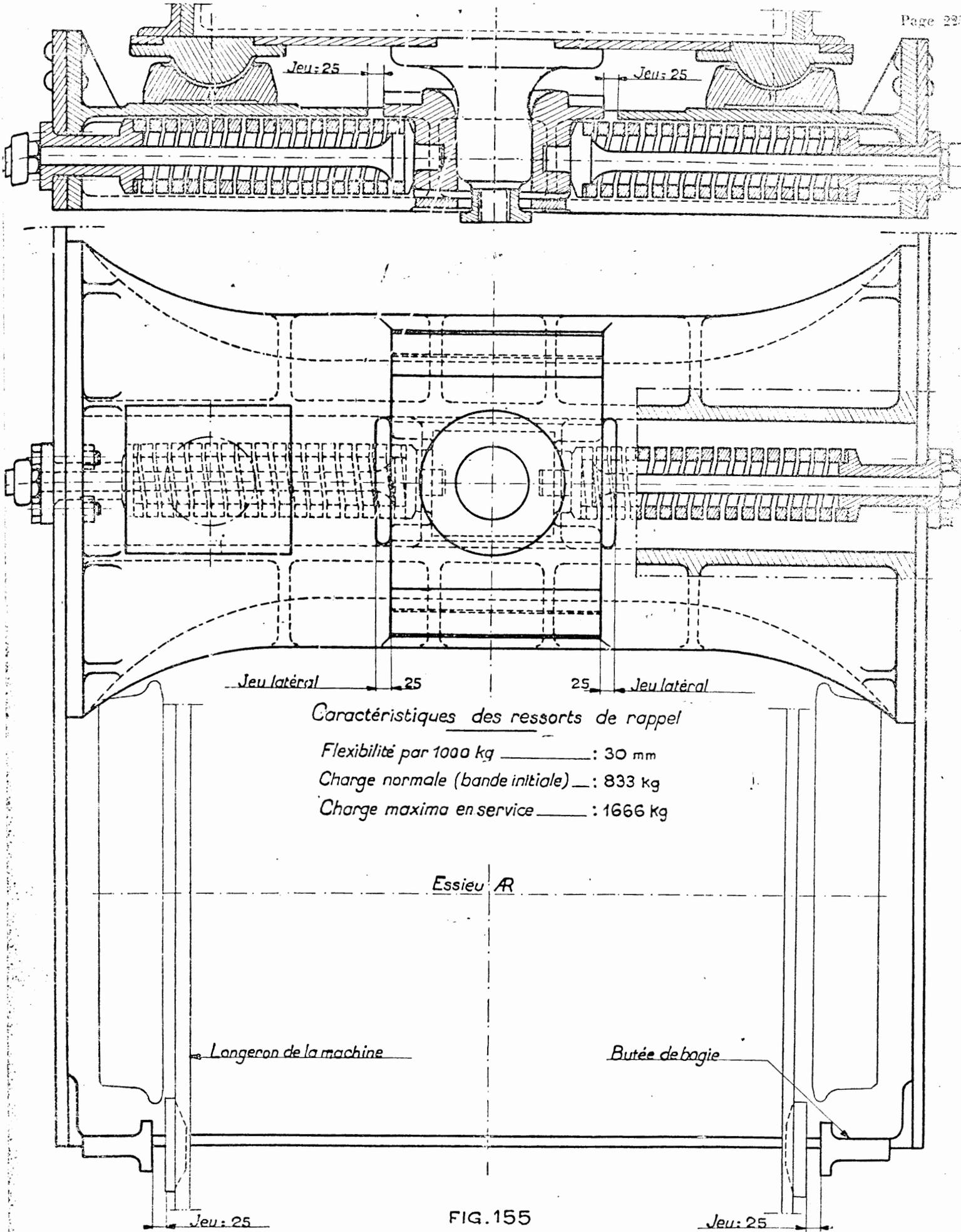


FIG. 155

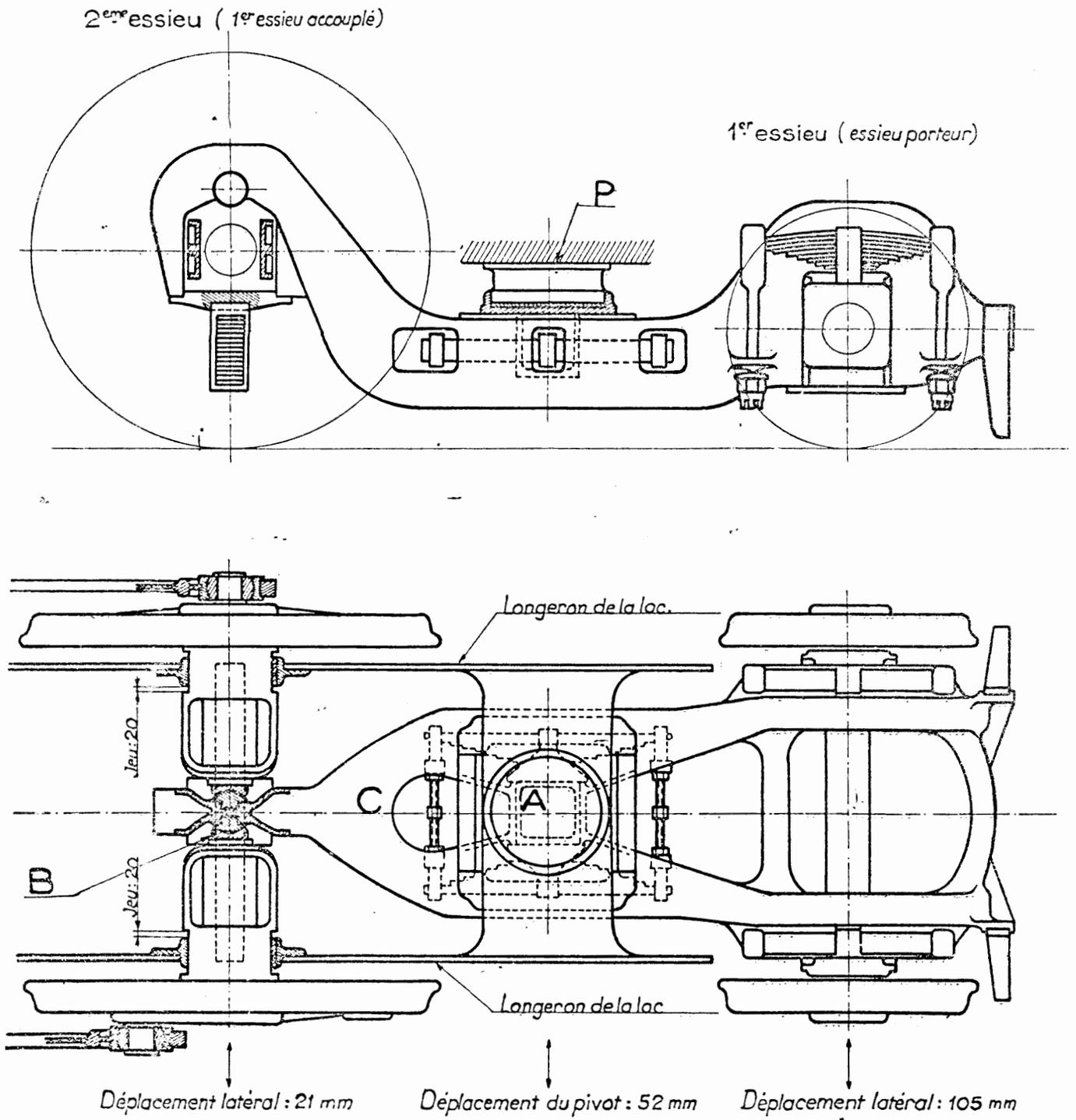


FIG. 159

cements utiles, une autre bielle plus courte mais dont les articulations ont beaucoup de jeu rattache de même le bogie au châssis à l'arrière pour le cas accidentel où le pivot quitterait la crapaudine.

Dans ce bogie il existe en plus du système de montage et de rappel décrits pour le bissel un dispositif supplémentaire qui donne une légère résistance à la rotation au moyen de surfaces hélicoïdales doubles à pas contraires de même rayon moyen que le pivot; les surfaces hélicoïdales de grand rayon du bissel sont ici des plans.

### 6° Bogie Américain sans déplacement latéral.

La *figure 156* représente le bogie des tenders 20.091 à 20.500. Dans ce bogie le flasque latéral du bâti est solidaire des boîtes à huile. La traverse mobile qui supporte le pivot central du bogie repose sur le flasque au moyen de ressorts à pincettes. Le mouvement de roulis de la caisse est limité par des butées latérales.

### 7° Bogie-Bissel "Zara".

#### a) Balancier horizontal.

Le bogie-bissel « Zara » est une disposition de balancier horizontal qui relie le premier essieu porteur et le premier essieu couplé (*fig. 157*).

Le premier essieu couplé suit transversalement les déplacements latéraux de ce châssis auxiliaire grâce à un léger jeu latéral de l'essieu dans les longerons du châssis principal. Les bielles d'accouplement sont munies de coussinets à rotule leur permettant les faibles changements d'orientation nécessaires pour suivre l'essieu. Comme ce premier essieu couplé doit rester parallèle aux autres essieux couplés de la machine, sa liaison avec le balancier BCDE se fait par une rotule B placée à mi-distance des 2 boîtes à huile de l'essieu et articulée à une pièce A A' rigide solidaire de ces boîtes. Le balancier porte une traverse DE reliant les 2 boîtes de l'essieu porteur. Sa partie centrale (centre fictif P) s'appuie sur des butées élastiques M et N du châssis principal. Le balancier peut ainsi subir des déplacements latéraux de part et d'autre de l'axe longitudinal de la machine comme un bogie et ces déplacements sont contrôlés par un dispositif de rappel. L'ensemble des 2 premiers essieux de la locomotive se comporte donc comme un véritable bogie, avec toutefois cette différence que le deuxième essieu se déplace latéralement en restant parallèle à lui-même au lieu de tourner comme dans un bogie proprement dit autour du pivot du bogie. L'essieu porteur se comporte comme un bissel dont la cheville d'articulation B est mobile latéralement.

Ce dispositif évite le choc latéral dur du premier essieu couplé sur le rail, par son boudin, quand en vitesse l'élasticité latérale du bissel ne suffit pas pour absorber le choc latéral (le bissel n'ayant qu'une roue de chaque côté n'a pas une puissance directrice aussi grande que le bogie). Lorsque la locomotive aborde une courbe, à droite par exemple, le balancier pivote sur P, l'essieu porteur se déplace vers la droite par rapport à l'axe longitudinal de la machine et le premier essieu couplé se déplace vers la gauche pour porter lui aussi contre le rail extérieur; les 2 essieux et le balancier se déplacent ensemble ensuite vers la droite en appuyant sur la butée élastique de droite N; lorsque l'élasticité de cette butée est absorbée, le deuxième essieu couplé vient à son tour porter contre le rail extérieur.

On donne à l'articulation B ou au pivot un petit déplacement dans le sens des rails pour permettre à la ligne BP de s'allonger très légèrement quand elle s'oblique.

#### b) Bogie-bissel des 140 C (*fig. 158*).

Le châssis principal repose sur une crapaudine suspendue au centre P (*fig. 157*) du châssis-balancier du bogie par 4 biellettes verticales qui assurent donc le rappel par la gravité. Ce rappel est complété par un dispositif de 2 ressorts en volute légèrement comprimés en aligne-

cements utiles, une autre bielle plus courte mais dont les articulations ont beaucoup de jeu rattache de même le bogie au châssis à l'arrière pour le cas accidentel où le pivot quitterait la crapaudine.

Dans ce bogie il existe en plus du système de montage et de rappel décrits pour le bissel un dispositif supplémentaire qui donne une légère résistance à la rotation au moyen de surfaces hélicoïdales doubles à pas contraires de même rayon moyen que le pivot; les surfaces hélicoïdales de grand rayon du bissel sont ici des plans.

### 6° Bogie Américain sans déplacement latéral.

La *figure 156* représente le bogie des tenders 20.091 à 20.500. Dans ce bogie le flasque latéral du bâti est solidaire des boîtes à huile. La traverse mobile qui supporte le pivot central du bogie repose sur le flasque au moyen de ressorts à pincettes. Le mouvement de roulis de la caisse est limité par des butées latérales.

### 7° Bogie-Bissel "Zara".

#### a) Balancier horizontal.

Le bogie-bissel « Zara » est une disposition de balancier horizontal qui relie le premier essieu porteur et le premier essieu couplé (*fig. 157*).

Le premier essieu couplé suit transversalement les déplacements latéraux de ce châssis auxiliaire grâce à un léger jeu latéral de l'essieu dans les longerons du châssis principal. Les bielles d'accouplement sont munies de coussinets à rotule leur permettant les faibles changements d'orientation nécessaires pour suivre l'essieu. Comme ce premier essieu couplé doit rester parallèle aux autres essieux couplés de la machine, sa liaison avec le balancier BCDE se fait par une rotule B placée à mi-distance des 2 boîtes à huile de l'essieu et articulée à une pièce A A' rigide solidaire de ces boîtes. Le balancier porte une traverse DE reliant les 2 boîtes de l'essieu porteur. Sa partie centrale (centre fictif P) s'appuie sur des butées élastiques M et N du châssis principal. Le balancier peut ainsi subir des déplacements latéraux de part et d'autre de l'axe longitudinal de la machine comme un bogie et ces déplacements sont contrôlés par un dispositif de rappel. L'ensemble des 2 premiers essieux de la locomotive se comporte donc comme un véritable bogie, avec toutefois cette différence que le deuxième essieu se déplace latéralement en restant parallèle à lui-même au lieu de tourner comme dans un bogie proprement dit autour du pivot du bogie. L'essieu porteur se comporte comme un bissel dont la cheville d'articulation B est mobile latéralement.

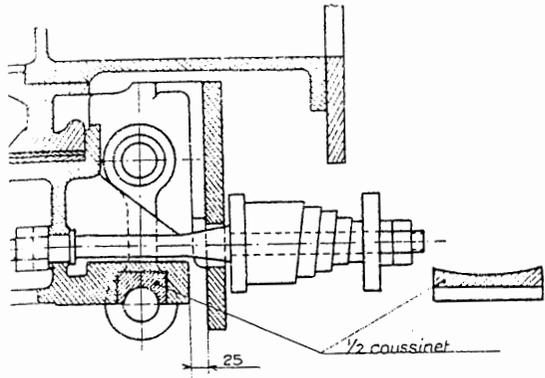
Ce dispositif évite le choc latéral dur du premier essieu couplé sur le rail, par son boudin, quand en vitesse l'élasticité latérale du bissel ne suffit pas pour absorber le choc latéral (le bissel n'ayant qu'une roue de chaque côté n'a pas une puissance directrice aussi grande que le bogie). Lorsque la locomotive aborde une courbe, à droite par exemple, le balancier pivote sur P, l'essieu porteur se déplace vers la droite par rapport à l'axe longitudinal de la machine et le premier essieu couplé se déplace vers la gauche pour porter lui aussi contre le rail extérieur; les 2 essieux et le balancier se déplacent ensemble ensuite vers la droite en appuyant sur la butée élastique de droite N; lorsque l'élasticité de cette butée est absorbée, le deuxième essieu couplé vient à son tour porter contre le rail extérieur.

On donne à l'articulation B ou au pivot un petit déplacement dans le sens des rails pour permettre à la ligne BP de s'allonger très légèrement quand elle s'oblique.

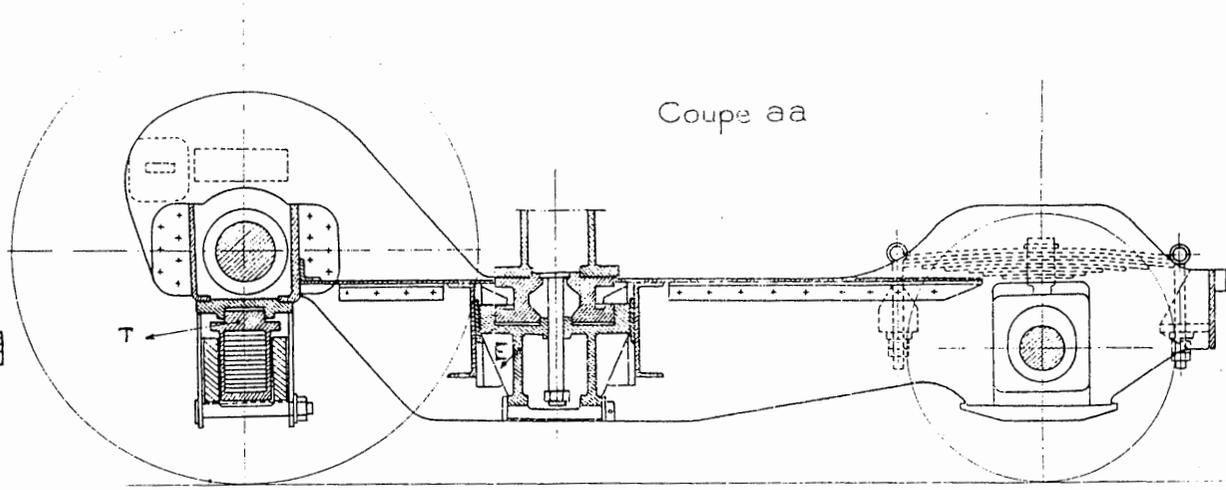
#### b) Bogie-bissel des 140 C (*fig. 158*).

Le châssis principal repose sur une crapaudine suspendue au centre P (*fig. 157*) du châssis-balancier du bogie par 4 biellettes verticales qui assurent donc le rappel par la gravité. Ce rappel est complété par un dispositif de 2 ressorts en volute légèrement comprimés en aligne-

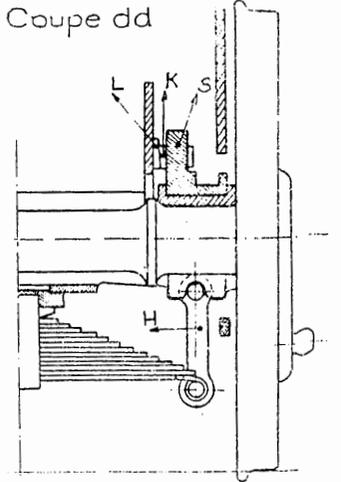
Coupe bb



Coupe aa



Coupe dd



Ressort de rappel

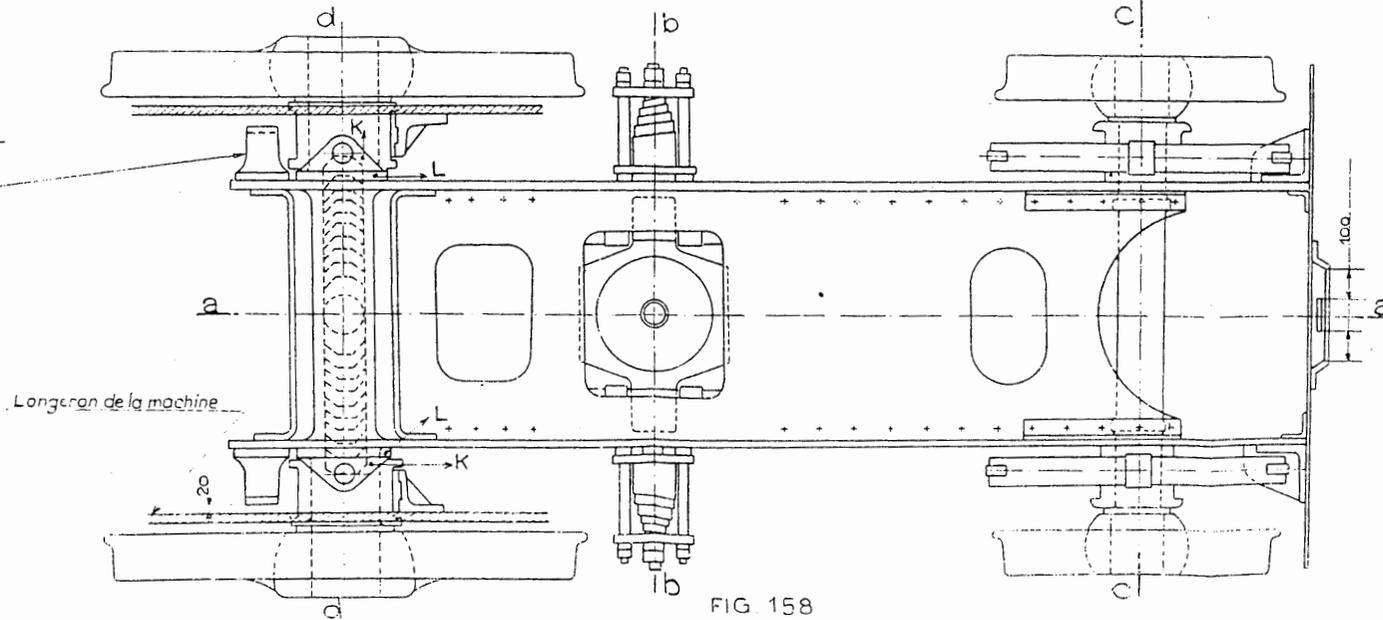
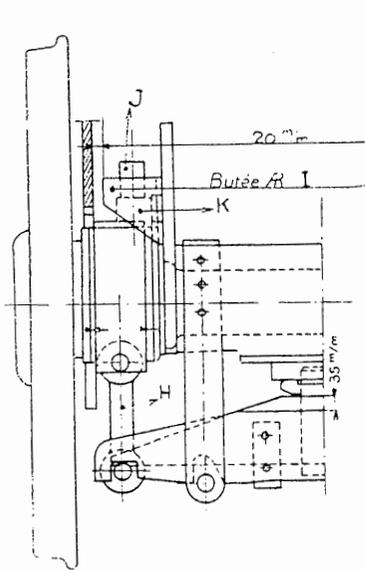
Flexibilité par tonne ..... : 0,019  
 Effort de rappel initial ..... : 250 kg  
 Effort de rappel total ..... : 1320 kg

Ressort de suspension AR

Flexibilité par tonne ..... : 0,039  
 Charge normale ..... : 12500 kg

Ressort de suspension AV

Flexibilité par tonne ..... : 0,007  
 Charge normale ..... : 4000 kg



Coupe cc

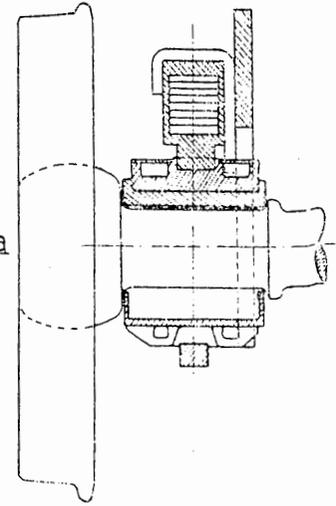


FIG. 158

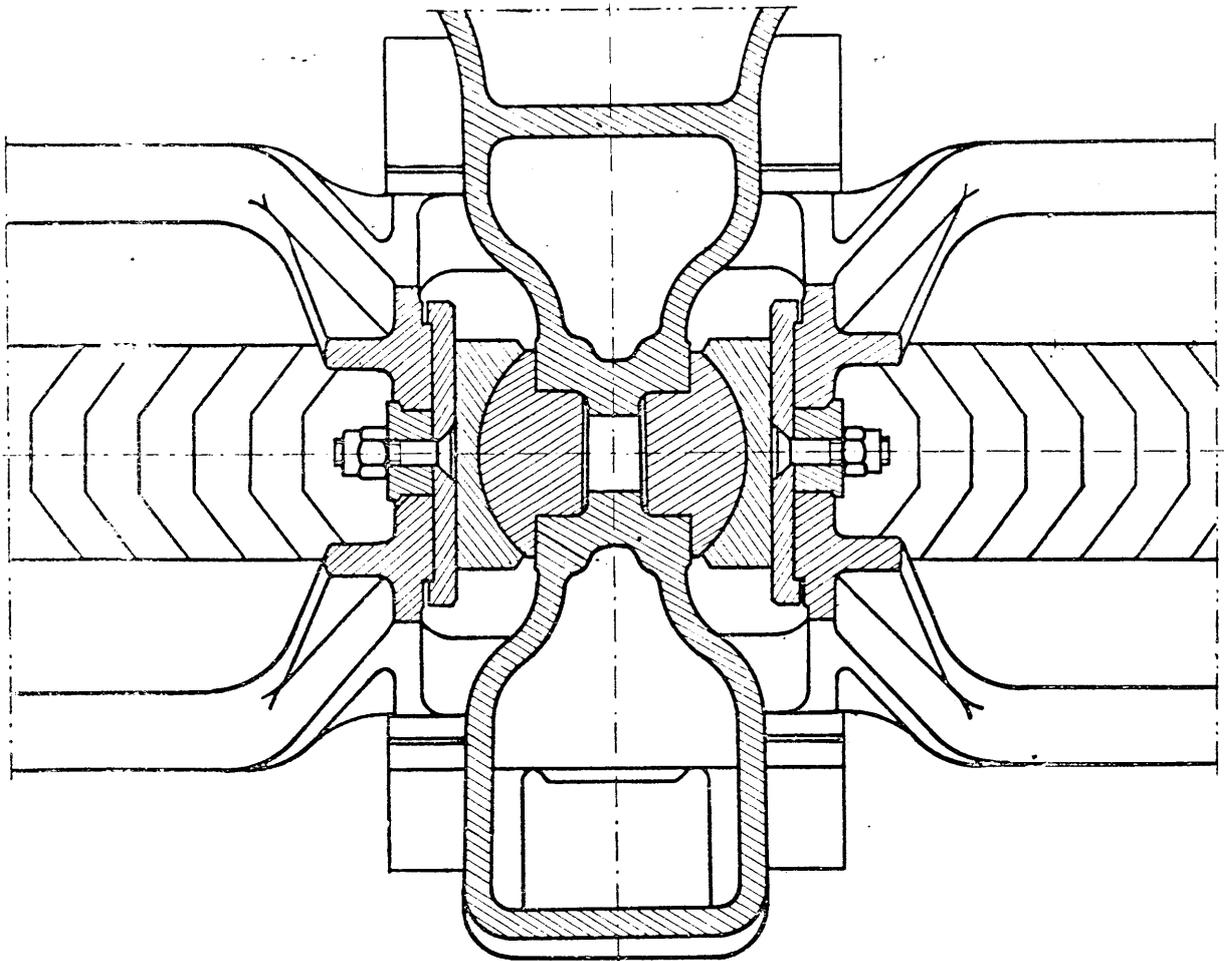
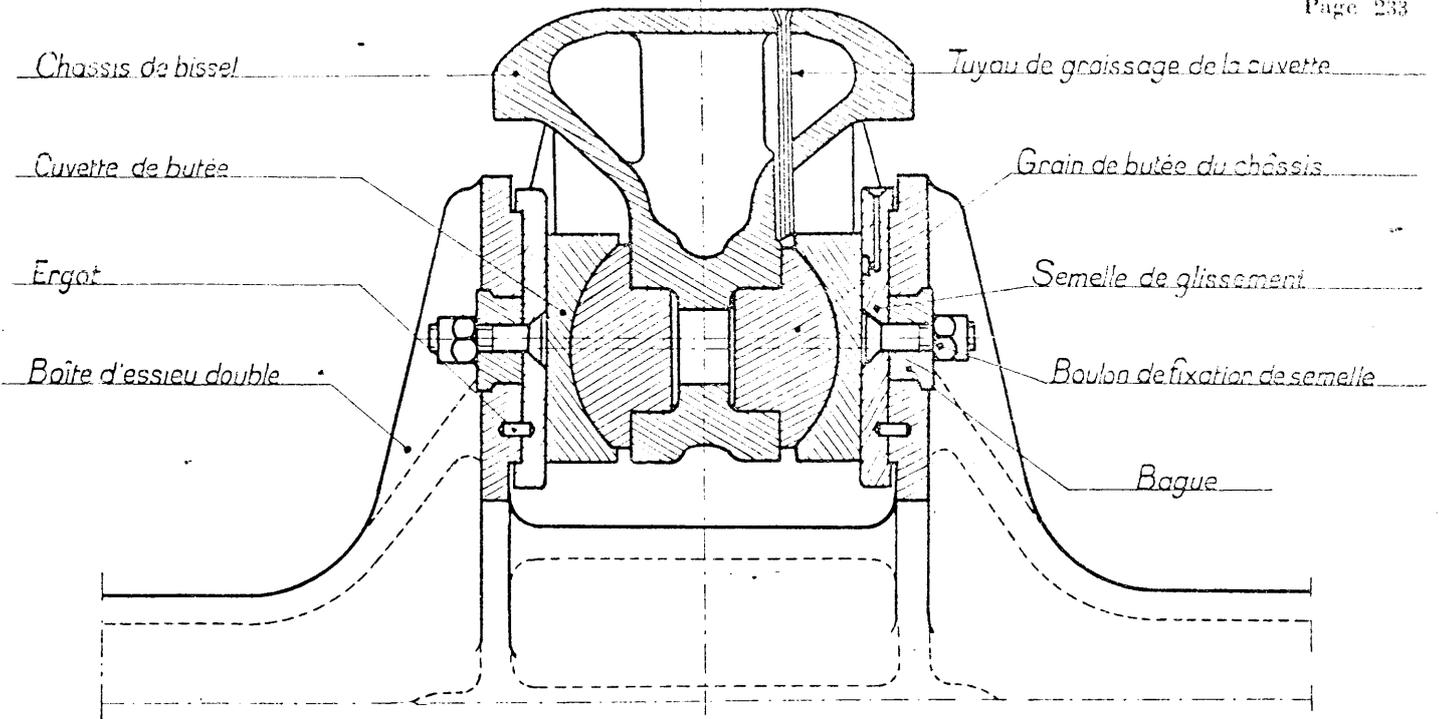


FIG 159<sup>bis</sup>

ment droit, les deux ressorts agissant sur la crapaudine en courbe. (Nous avons vu que ce type de ressort peut emmagasiner près de deux fois plus de travail élastique que le ressort à lames sans fatiguer davantage et de plus est facile à loger.) La tension de ces ressorts vient s'ajouter au rappel par la gravité. Les efforts résistant et de rappel sont représentés *figure 153*.

Le châssis de bogie est constitué par 2 longerons parallèles réunis par une entretoise centrale E dans laquelle est suspendue la crapaudine mobile; par un plan horizontal en tôle fixé à l'entretoise centrale et aux longerons; par une entretoise avant et une entretoise arrière.

Le châssis de bogie repose à l'avant sur l'essieu de bissel par l'intermédiaire de boîtes de type courant et de 2 ressorts de suspension placés au-dessus de ces boîtes longitudinalement.

Il est suspendu à l'arrière par l'intermédiaire de l'entretoise prenant appui au centre d'un ressort transversal dont les extrémités sont suspendues aux boîtes du premier essieu couplé par des biellettes H. Ces boîtes comportent à leur partie supérieure un tenon vertical cylindrique J couissant verticalement dans un guide mobile K de forme extérieure triangulaire et dont la grande base est en contact avec des plaques de frottement L fixées sur les longerons du bogie. Le châssis de bogie n'est donc lié à l'essieu couplé que par son point d'appui sur la bride du ressort T. Les mouvements relatifs possibles du châssis de bogie par rapport au pivot du châssis principal sont les suivants :

— Rotation du bogie entier autour du pivot de la machine avec glissement de faible résistance sur la surface d'appui annulaire plane; ce mouvement entraîne le déplacement latéral de l'essieu couplé.

— Déplacement latéral que permet la suspension par biellettes de la crapaudine, il est contrôlé par double effort de rappel (gravité et ressorts).

— Oscillation de tangage, le châssis de bogie faisant ainsi l'office de balancier longitudinal entre ses 2 essieux. La suspension de la crapaudine diffère en effet de celle habituelle, elle comporte 2 consoles latérales qui appuient par l'intermédiaire de portées bombées d'axe horizontal et transversal commun sur 2 demi-coussinets chargeant eux-mêmes les 2 axes cylindriques des 4 biellettes.

— Le châssis de bogie ne peut avoir d'oscillation de roulis propre, il est tenu de rester parallèle au châssis principal et de participer avec lui au redressement de la machine dans ce mouvement perturbateur, ceci est la conséquence de la forme plate du pivot central.

Les mouvements relatifs possibles du châssis de bogie par rapport au premier essieu couplé sont les suivants :

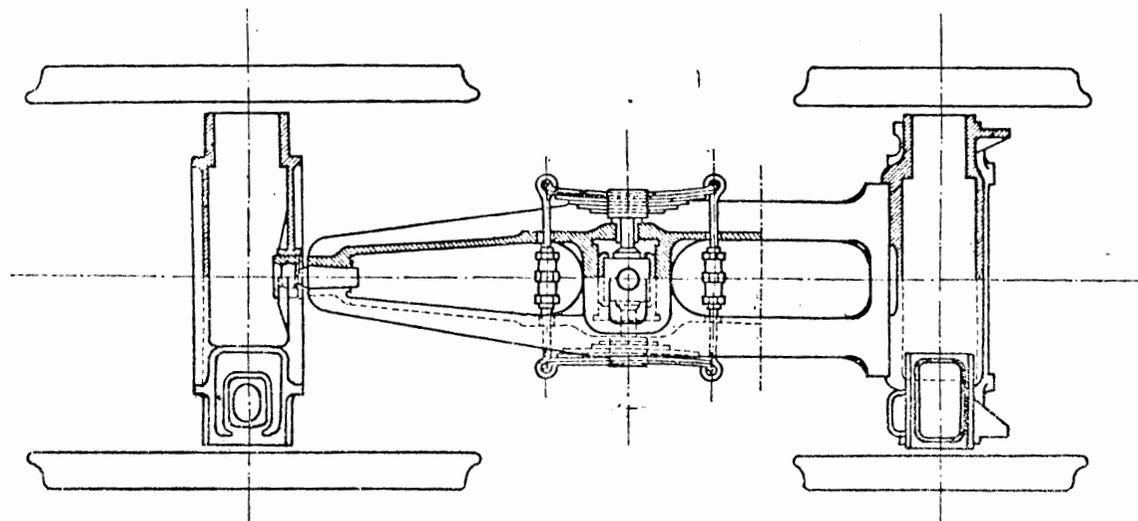
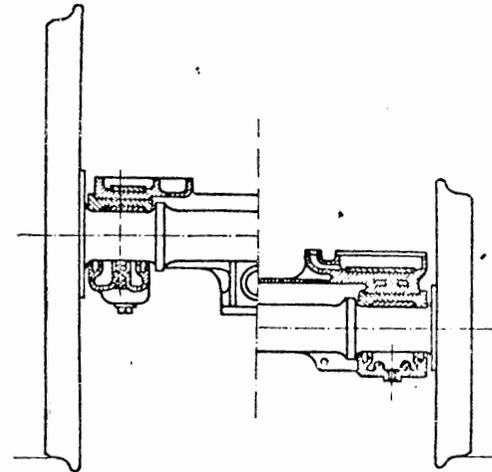
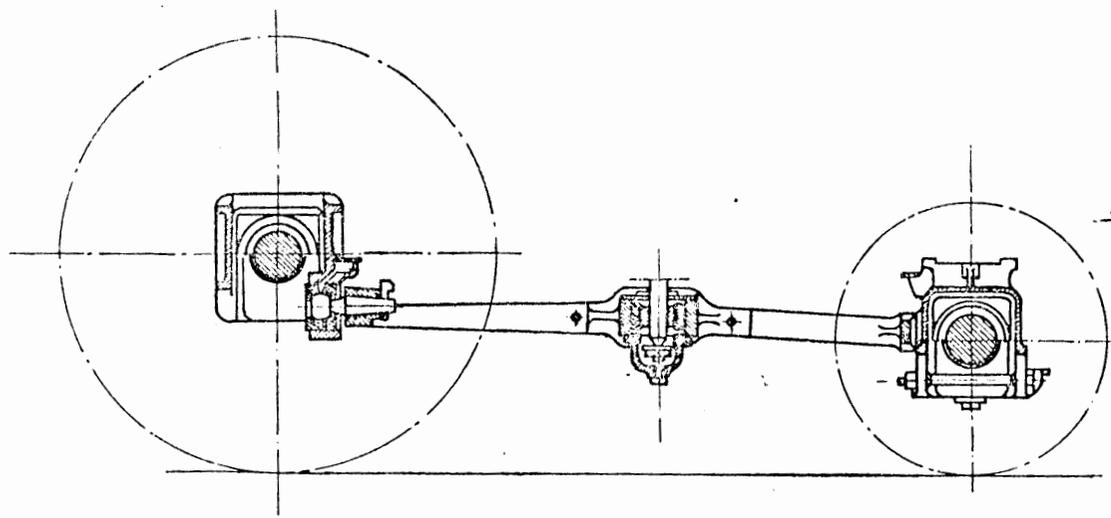
— Rotation dans un plan horizontal autour de B (*fig. 157*) permise par l'appui central rond de la traverse A A' sur le ressort transversal et par l'orientation des guides K autour des tenons J. Ces guides se maintiennent au contact des plaques L des longerons de bogie.

— Entraînement latéral de l'essieu couplé par le châssis de bogie par l'intermédiaire d'une part de l'encastrement de la bride du ressort transversal dans la traverse qui le charge et d'autre part d'une butée L, du guide K et tenon J correspondants.

Dans ce mouvement les biellettes H restent verticales, il n'y a pas d'effort de rappel propre du premier essieu couplé. Ce déplacement est limité par des butées I portées par les longerons de bogie qui viennent en contact avec le châssis principal.

— Redressement du châssis de bogie permis par le frottement longitudinal des guides K sur les butées L et le léger jeu de rotule de l'encastrement peu profond de la bride du ressort dans la traverse. L'affaissement du ressort transversal par ruptures de lames pourrait être dangereux au point de vue répartition des charges sur les 2 essieux. Pour parer à ce danger on a disposé un balancier transversal à double flasque encadrant le ressort sur lequel viendrait porter directement la traverse d'appui dans le cas d'un affaissement du ressort par surcharge ou avarie égal à 35 mm.

— Oscillation de roulis autour d'un axe fictif horizontal et longitudinal passant par le milieu de la ligne joignant les butées L. Cette oscillation est permise par une flexion dissymétrique du ressort ou par le léger jeu de rotule de l'encastrement peu profond de la bride du ressort dans la traverse, le ressort étant alors un balancier entre les 2 roues, et par les articulations des biellettes de suspension II qui s'inclinent en créant un effort de rappel.



Caractéristiques du ressort

Flèche de fabrication	27
Flexibilité par 1000 <sup>K</sup>	6,3
Charge initiale du ressort	1000 <sup>K</sup>
Flèche correspondante	20,7
Charge maximum par ressort pour déplac. <sup>t</sup> de 42 <sup>mm</sup>	4300 <sup>K</sup>
Flèche correspondante	0

FIG. 160

L'essieu couplé peut inversement prendre par rapport au châssis de bogie un mouvement de roulis propre (passage sur une dénivellation dissymétrique).

Suivant l'importance des jeux latéraux existants (coussinet sur fusée et entre guides K et longerons) ce mouvement de roulis relatif est plus ou moins bridé par la surcharge dissymétrique du ressort, par le rappel d'inclinaison des biellettes H et par la liaison des boîtes par leurs tenons et leurs guides au châssis de bogie (au delà d'une certaine amplitude de roulis relatif qui est fonction des jeux il y a soit entraînement du bogie par l'essieu soit inclinaison des boîtes sur l'essieu, la portée des coussinets ne se faisant plus que sur une extrémité des fusées).

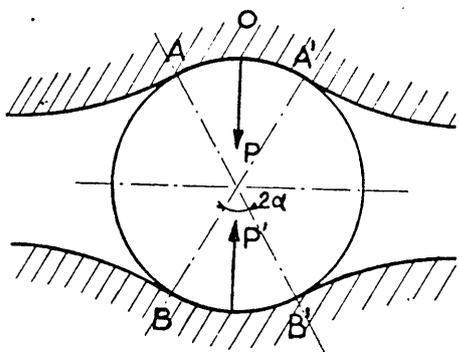


FIG.160<sup>ter</sup> A

c) **Bogie-bissel des 141 P** (fig. 159).

Le châssis principal repose sur une crapaudine plane (charge 28<sup>t</sup>) qui n'est plus suspendue par biellettes au châssis de bogie mais repose directement sur lui sur des glissières transversales. On a remplacé le rappel par gravité par un rappel à ressorts. Ce pivot est donc semblable à celui du bogie type Ouest. Le châssis de bogie est maintenu parallèle au châssis principal et il ne fait l'office ni de balancier trans-

versal ni de balancier longitudinal. Il participe au redressement de la machine dans les mouvements de roulis ou de galop accidentel.

Le châssis de bogie repose à l'avant sur l'essieu de bissel par suspension indépendante à ressorts longitudinaux à lames.

A l'arrière ce châssis se réduit à une forme moulée centrale à col de cygne qui entoure aux 3/4 l'essieu couplé, une traverse d'appui qui lui est fixée complète cet entourage. La traverse repose par un encastrement peu profond sur la bride centrale du ressort transversal suspendu à chaque extrémité aux boîtes de l'essieu par une biellette verticale. Dans l'œil du col de cygne sont fixés des grains de butée sphériques qui tournent dans une cuvette pouvant glisser dans tous les sens sur les semelles verticales du corps central des 2 boîtes d'essieu. Ce montage permet tous les mouvements relatifs du châssis de bogie et du premier essieu couplé déjà envisagés pour les 140 C (fig. 159 bis).

En cas d'affaissement du ressort transversal égal à 35 mm. le col de cygne viendrait reposer par des butées sur le corps central des 2 boîtes d'essieu.

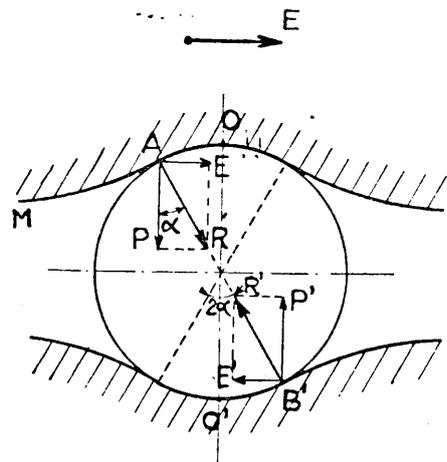


FIG.160<sup>ter</sup> B

d) **Bogie-bissel des 141 TB 401 à 410** (fig. 160).

Ce montage se réduit strictement à celui de balancier horizontal. Le châssis principal charge directement les boîtes du bissel et du premier essieu couplé par ressorts indépendants, tiges de pression et crapaudines mobiles sur les platines horizontales de dessus de boîtes. La rotation du bogie entier autour du pivot central se fait avec une grande résistance à cause du chemin parcouru par le frottement dans les rotations. Le déplacement latéral est contrôlé par ressorts de rappel à lames.

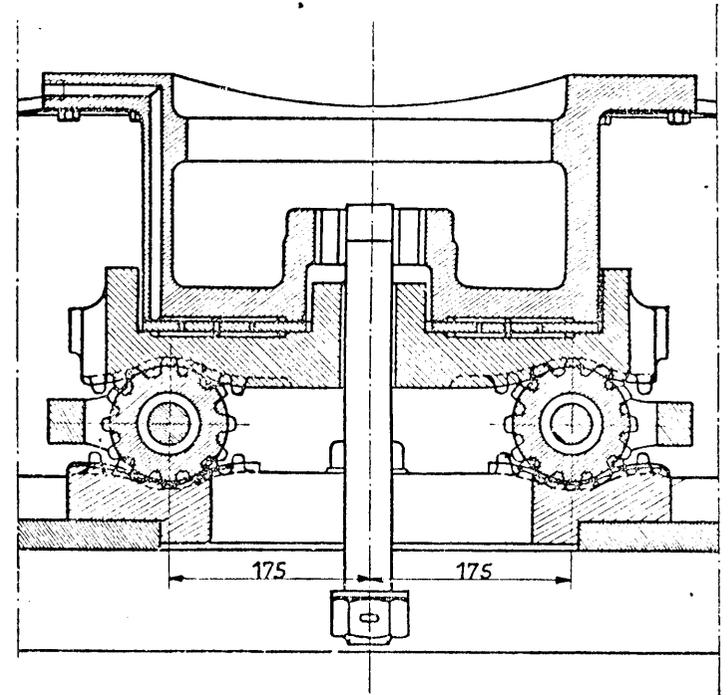
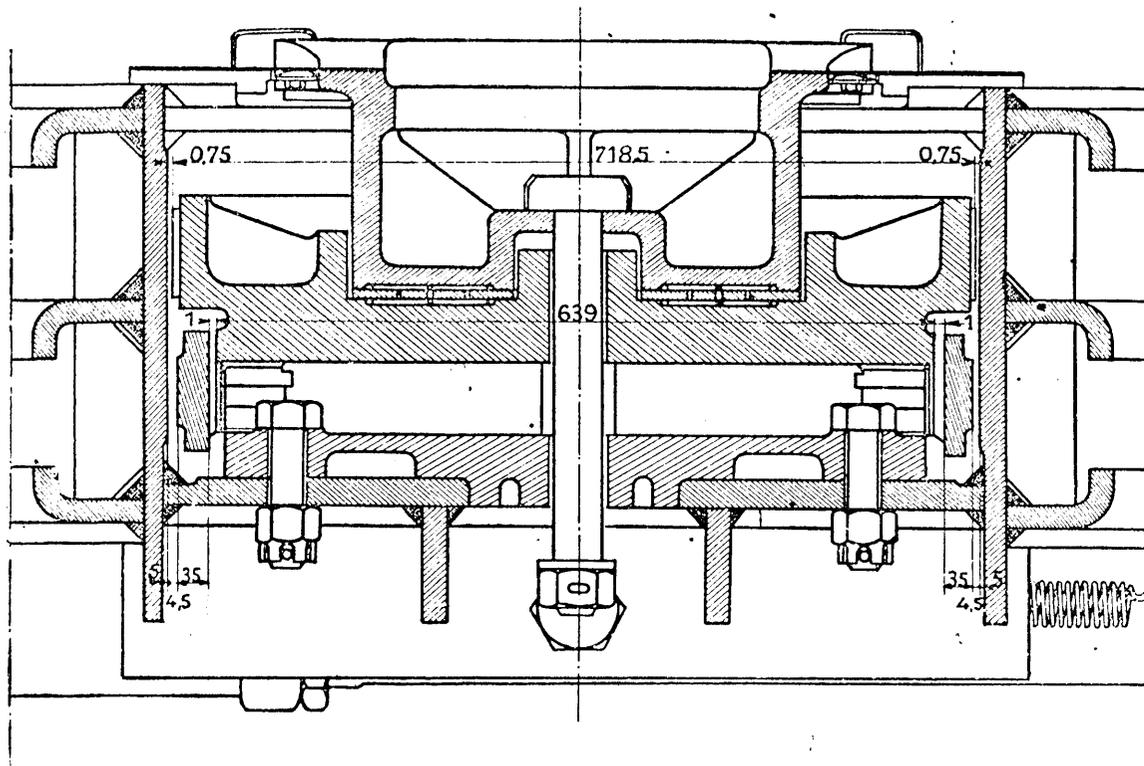


FIG. 160<sup>ter</sup> D

### 8° Autres dispositifs de rappel.

Les dispositifs décrits donnent lieu soit à des efforts de rappel proportionnels à  $(d)$  (plans inclinés, ressorts) soit croissant avec  $(d)$  (biellettes) soit constants (osselets). On a cherché à réaliser des dispositifs donnant lieu à des efforts de rappel variant en fonction de  $(d)$  suivant une loi déterminée à l'avance. Ainsi sur les bogies des machines modernes très longues il faut un rappel initial élevé, sensiblement constant avec  $(d)$  et réduit à la limite du déplacement latéral pour que la locomotive puisse s'inscrire dans les courbes de petit rayon des dépôts. Les solutions ont consisté :

a) Pour le bogie avant de la 242-A 1 (ex 241-101 Etat) en un dispositif constitué par des rouleaux dentés se déplaçant sur des surfaces à crémaillères inclinées dessinées de telle sorte que lorsque le déplacement du bogie approche de son maximum (115 mm.) l'effort de rappel qui est de 10<sup>t</sup> initialement tombe à 6,75<sup>t</sup> (fig. 160 ter D).

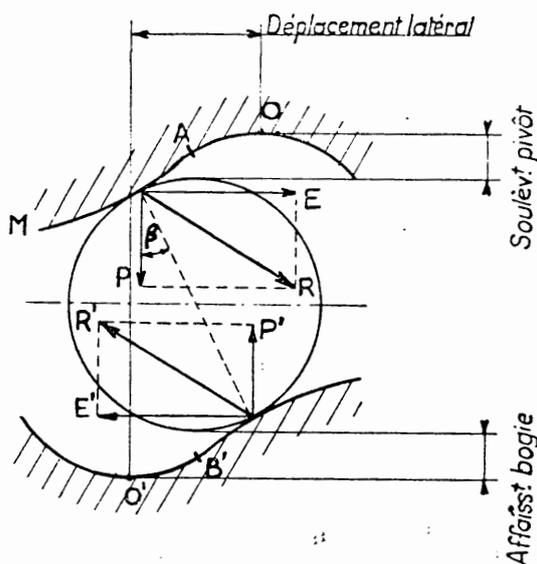


FIG. 160<sup>ter</sup> C

Considérons figure 160 ter A le rouleau cylindrique dans sa position moyenne, le contact avec le pivot de la locomotive et avec la crapaudine de bogie a lieu sur les arcs entiers AA' et BB', la charge verticale P peut être considérée comme concentrée sur la génératrice O à la condition qu'aucun effort horizontal ne s'exerce sur le pivot de la locomotive ou la crapaudine de bogie.

Considérons figure 160 ter B le rouleau subissant outre la charge verticale P un effort latéral E de la part du pivot de la locomotive. Si  $E < P \tan \alpha$  ( $2\alpha$  étant l'angle au sommet des arcs AA' et BB'), il ne peut y avoir roulement du pivot sur le rouleau ni par conséquent déplacement latéral par rapport au bogie; le contact du rouleau a toujours lieu sur les arcs entiers AA' et BB' mais la composante R des forces P et E et la réaction R' égale et directement opposée ont leurs points d'application sur des génératrices diamétralement opposées des arcs OA et O'B'. Si  $E = P \tan \alpha$ , le roulement est sur le point

de se produire, les génératrices de contact ou d'application des forces R et R' sont respectivement A et B';  $E = P \tan \alpha$  est l'effort de rappel initial du bogie. Si  $E > P \tan \alpha$  le roulement se produit et le déplacement latéral du bogie se continue tant que E reste supérieur à  $P \tan \alpha$  (fig. 160 ter C). L'angle  $\beta$ , égal à  $\alpha$  à l'origine du déplacement, varie suivant le tracé des chemins du roulement avec le déplacement latéral (ces tracés sur le pivot et la crapaudine sont bien entendu symétriques).

Les dents dont sont munis à leurs extrémités les rouleaux et qui engrènent avec celles du pivot de la locomotive et de la crapaudine du bogie ont pour but d'empêcher tout glissement intempestif des rouleaux.

b) Pour certaines locomotives américaines en une combinaison du rappel par biellettes à double articulation avec le rappel par osselets, l'effet des osselets venant se retrancher de l'effet des biellettes lorsque  $(d)$  atteint une certaine valeur. L'effort de rappel initial croît, atteint un maximum, le conserve puis décroît.

c) Pour les locomotives électriques 2D2 en une combinaison de ressorts et de leviers donnant une résultante de rappel variant peu avec  $(d)$ . Ce dispositif s'oppose aussi au mouvement de rotation simple du bogie autour de son pivot.