

Titre : Châssis, essieux, carrosserie

Auteur : Rutishauser, J.

Mots-clés : Automobiles\*Carrosseries ; Automobiles\*Essieux ; Automobiles\*Châssis

Description : 1 vol. ([2]-294 p.) ; 19 cm

Adresse : Paris : H. Dunod et E. Pinat, 1911

Cote de l'exemplaire : CNAM-BIB 12 De 62

URL permanente : <http://cnum.cnam.fr/redir?12DE62>



La reproduction de tout ou partie des documents pour un usage personnel ou d'enseignement est autorisée, à condition que la mention complète de la source (*Conservatoire national des arts et métiers, Conservatoire numérique http://cnum.cnam.fr*) soit indiquée clairement. Toutes les utilisations à d'autres fins, notamment commerciales, sont soumises à autorisation, et/ou au règlement d'un droit de reproduction.

You may make digital or hard copies of this document for personal or classroom use, as long as the copies indicate *Conservatoire national des arts et métiers, Conservatoire numérique http://cnum.cnam.fr*. You may assemble and distribute links that point to other CNUM documents. Please do not republish these PDFs, or post them on other servers, or redistribute them to lists, without first getting explicit permission from CNUM.

**Châssis, Essieux  
Carrosserie**

\*\*

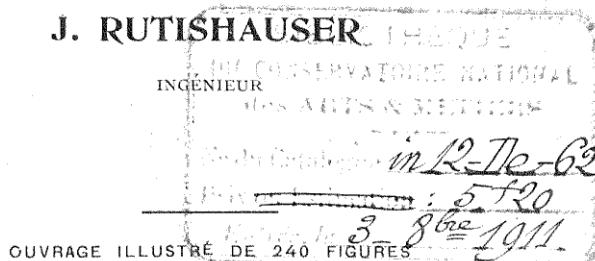


BIBLIOTHÈQUE DU CHAUFFEUR

*N<sup>o</sup> De 62*

# Châssis, Essieux Carrosserie

PAR



PARIS

H. DUNOD et E. PINAT, ÉDITEURS

47 ET 49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS

1911

Tous droits de reproduction, traduction et adaptation réservés pour tous pays.



## Préface

*Ce livre, traitant des châssis, essieux, direction et carrosserie des voitures de tourisme, s'adresse aussi bien aux chauffeurs qu'au personnel des ateliers : chefs de service, dessinateurs et ouvriers, comme toute la série des volumes de la Bibliothèque du Chauffeur dont il fait partie.*

*En plus des notions générales et absolument pratiques que l'on peut y puiser, on y trouve un essai de classification rationnelle et simple des principales parties des voitures de bonne construction, ce qui facilite les recherches et comparaisons de ceux qui s'intéressent à l'automobile.*

Toutes les descriptions sont faites en termes simples et compréhensibles aussi bien pour les ouvriers que pour les personnes étrangères à l'atelier. Afin d'être bien clair, l'on n'a pas craint de répéter plusieurs fois un même mot dans une phrase, lorsque l'utilité s'en faisait sentir, et les recherches de style ont été évitées : un ouvrage de ce genre ne les demandant pas.



## CHAPITRE PREMIER

### Le Châssis

Le Châssis, proprement dit, comprend le cadre et les traverses qui supportent les organes mécaniques et la carrosserie.

Beaucoup de types ont été employés; actuellement encore on en fait en tubés, en acier profilé assemblé, en bois armé et en tôle d'acier emboutie; les neufs dixièmes des automobiles construits maintenant ont leur châssis de ce dernier type.

Nous passerons rapidement sur les premiers pour examiner plus sérieusement le châssis en tôle d'acier emboutie.

Le châssis en tube se fait soit en tube d'acier rond, soit en tube de section elliptique. Les maisons Renault et de Dion ont employé ce modèle très longtemps. Quoique très léger et rigide, il a comme principal inconvénient les nombreuses brasures qu'il nécessite, lesquelles se décollent par les trépidations d'un long usage.

Le châssis en acier profilé se compose de deux longerons soit en U, soit en cornière, reliés entre eux par des traverses de même forme. Ses principaux inconvénients sont : le poids exagéré et l'aspect inélégant qu'il donne à la voiture.

Le châssis en bois armé se compose d'un cadre en frêne ou en acacia, renforcé aux angles par

des goussets ; les longerons portent, solidement boulonnées, des flasques en tôle d'acier à profil de poutre d'égale résistance. La maison Panhard-Levassor a employé ce modèle pendant de longues années ; dans ce châssis, le bois est de section uniforme et la tôle de renfort diminue de hauteur vers les extrémités ; chez d'autres constructeurs, comme Pope-Hartford et Lansden, les fers ne dépassent pas le bois, la hauteur de la section diminue suivant sa position dans le longeron : haute dans le milieu, elle va en s'amincissant vers les extrémités ; quelquefois, il y a deux tôles de renfort comme dans le châssis Lazerges, qui se compose de deux U en tôle emboutie s'emboîtant l'un dans l'autre et dont la hauteur commune diminue vers les extrémités du longeron, l'U extérieur vient recouvrir le plus petit et ils sont tous deux reliés par des rivets ; dans l'espace libre entre les deux U, se trouve un longeron en bois. Un autre modèle de châssis en bois armé est celui qui a été employé par la maison Charron-Girardot-Voigt ; il se compose d'éléments en tubes d'acier de section carrée ou rectangulaire, dans lesquels le bois de frêne a été introduit à force. Malgré les avantages que présente le châssis en bois armé : facilité d'obtenir des longueurs variables, solidité, légèreté, etc. il tend à disparaître, car il présente aussi quelques inconvénients : malgré les plaques de renfort et les larges rondelles posées sur le bois, ce dernier se fend, les trous des boulons s'ovalisent rapidement, le bois et le métal tendent à se sépa-

rer soit sous les effets de la dilatation, soit sous ceux des différences d'élasticité; de plus, il faut avoir soin de resserrer de temps en temps les boulons d'assemblage, ce qui demande du mécanicien un supplément d'attention pour sa voiture.

Le châssis en tôle emboutie que fabriquent maintenant tous les grands établissements métallurgiques, fut créé par Arbel; son seul défaut est son prix élevé, mais il possède les qualités que doit avoir un bon châssis : grande résistance, légèreté et souplesse, tout en présentant une indéformabilité des points de fixation des pièces mécaniques, dont le montage est très facile; constitution moléculaire uniforme, résistant parfaitement aux vibrations produites par la route et par le moteur.

Les châssis en tôle emboutie se font principalement en acier-nickel à 2 ou 3 p. 100 de nickel, mais on les fait aussi en acier doux, en acier Martin mi-dur et en acier dur de différentes qualités jusqu'à l'acier-nickel chromé; ils doivent être recuits. On les construit soit en éléments emboutis assemblés, soit d'une seule tôle découpée convenablement avant l'emboutissage, on obtient ainsi un ensemble comprenant les longerons, longeronnets (ou petits longerons intérieurs formant faux-châssis) et traverses, absolument rigide, indéformable, sans joint ni assemblage. Lorsque le châssis est en plusieurs parties, celles-ci sont réunies soit par des rivets, soit par soudure autogène; ce dernier procédé n'est pas à recommander lorsque l'on emploie des aciers mi-durs ou durs, il n'est

bon que pour des aciers doux soudables, dans lesquels la température de fusion n'altère pas la qualité du métal.

Les châssis employés actuellement peuvent se diviser en sept principales catégories qui sont :

*Première catégorie.* — Châssis composés de longerons droits réunis par des traverses droites ou

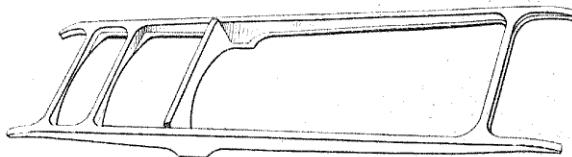


Fig. 1. — Châssis à longerons droits.

arquées, sans faux-châssis ; ce modèle, résistant et léger, est surtout employé pour les voitures de course.

La fig. 1 représente un châssis de cette catégorie ; les deux extrémités des longerons sont disposées pour recevoir les attaches des ressorts, évitant ainsi les mains forgées ; quelquefois, pour gagner le poids des bras de fixation du moteur, des traverses en tôle emboutie et en forme de berceau lui servent d'assise.

*Deuxième catégorie.* — Châssis avec longerons restreints à l'avant, sans faux-châssis intérieur.

La fig. 2 nous montre un châssis de cette catégorie, destiné à recevoir un moteur de 40 chevaux ; son poids est de 65 kilogs, construit avec des tôles de 4 mm. d'épaisseur.

*Troisième catégorie. — Châssis avec longeron-*

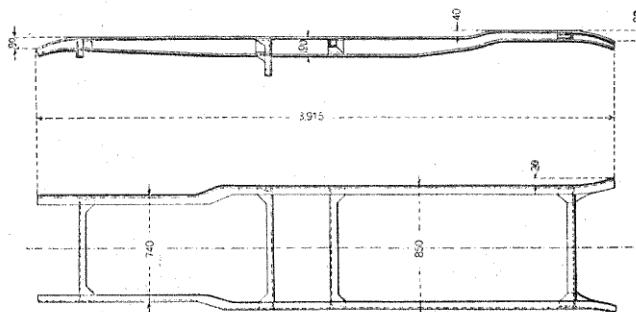


Fig. 2. — Châssis restreint à l'avant.

nets intérieurs, supportant seulement le moteur, comme on le voit fig. 3.

*Quatrième catégorie. — Châssis avec longeron-nets intérieurs supportant seulement le changement*

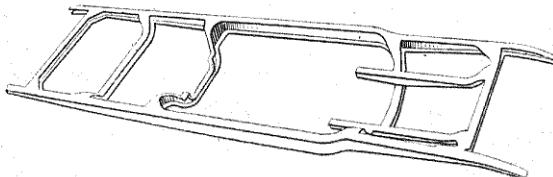


Fig. 3. — Châssis avec faux-longerons supportant le moteur.

de vitesse, le moteur se fixant par ses bras aux longerons extérieurs ou sur des traverses spéciales. La fig. 4 représente en plan et en élévation un châssis de ce type; construit aux dimensions indi-

quées sur la figure avec des longerons de 4 mm 1/2 et des traverses en 4 mm., ce châssis pèse 75 kilogs.

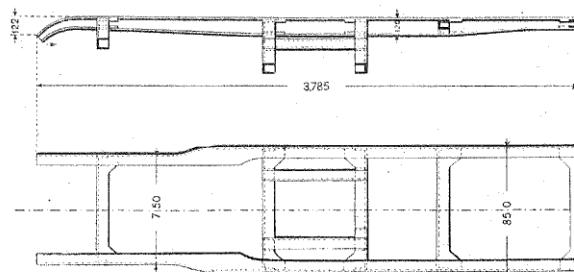


Fig. 4. — Châssis avec faux-longerons supportant le changement de vitesse.

*Cinquième catégorie.* — Châssis avec longeronnet intérieurs supportant le moteur et le change-

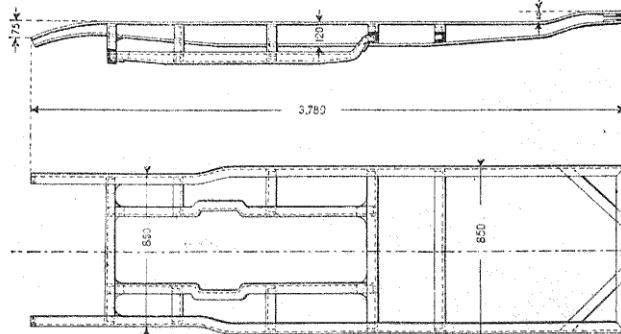


Fig. 5. — Châssis avec longeronnets.

ment de vitesse (fig. 5); quelquefois, comme on le voit sur la figure, les longeronnets sont contre-

coudés vers l'extérieur pour le passage du volant du moteur.

*Sixième catégorie.* — Châssis avec faux-châssis intérieur supportant le moteur et le changement de vitesse, dans lequel les longerons et les supports de la partie mécanique ou longeronnets, sont reliés ensemble par la tôle du châssis, formant cuirasse ou blindage. Le premier de ce type fut le châssis

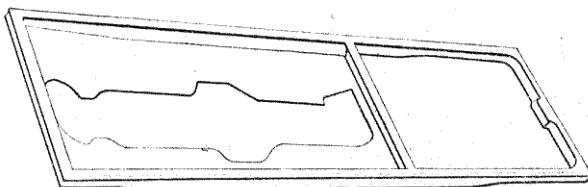


Fig. 6. — Châssis blindé, genre Decauville.

blindé Decauville (fig. 6), dans lequel, comme on le voit dans la figure, l'espace compris entre les deux premières traverses est occupé par la tôle du châssis, emboutie en forme de cuvette et portant dans le fond une ouverture dans laquelle vient s'encastre exactement le moteur, l'embrayage et le changement de vitesse réunis en un seul bloc.

*Septième catégorie.* — Châssis avec tôle cintrée en cuvette formant carter pour retenir l'huile et profilé de façon à supporter le moteur et le changement de vitesse. Le plus simple est le châssis Spyker (fig. 7), dans lequel il n'y a pas de traverses; il y a seulement les deux longerons et la cuvette qui les réunit, le tout embouti dans une même tôle.

Les châssis des première et deuxième catégories et une partie de ceux des troisième et quatrième catégories n'offrent pas, isolément, une grande rigidité. Si l'on soulève un des coins, les trois autres ne suivent pas et le châssis se gauchit comme un grand panneau de bois. Les constructeurs employant ce modèle de châssis comptent sur les bras et les carters du moteur et du changement de vitesse pour armer le cadre; il est préférable d'em-

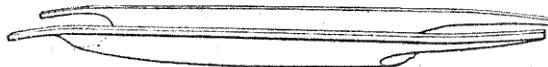


Fig. 7. — Châssis cuirassé, genre Spyker.

ployer un châssis intérieur, soit en le prenant blindé ou cuirassé des sixième et septième catégories, ou ceux de la cinquième catégorie, dans lesquels les longerons, longeronnets et traverses sont pris dans une seule et même tôle sans assemblage, soudure ou pièces rapportées. Ces châssis (5<sup>e</sup>, 6<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup> catégories) donnent aux organes moteurs une fixité absolue, de sorte qu'aucune déperdition de force ou faussement des organes soit à craindre.

La section des longerons des châssis en tôle emboutie est généralement en forme de [, quelquefois même ce [ est coudé sur les bords formant un C à angles vifs; si le châssis est en parties assemblées, la section des longerons est quelquefois différente, tout en diminuant toujours de hauteur vers les extrémités; quelquefois aussi les bords

de la tôle sont repliés sur eux-mêmes pour donner plus de rigidité.

La fig. 8 est une coupe du châssis Austin (châssis de la 6<sup>e</sup> catégorie); A est le grand longeron extérieur; C, le longeronnet formant faux-châssis; B

est la cuirasse reliant A et C; D est une des portées dressées destinées à recevoir la partie mécanique.

A signaler aussi la nouvelle tendance chez quelques constructeurs de voitures légères et bon marché, de faire estamper le longeron avec le panneau de carrosserie comme on le voit, fig. 9, qui représente l'armature d'une voiturette Alcyon. Le châssis se trouve ainsi renforcé, et ce genre de construction permet une certaine économie dans

l'établissement de la voiture, dont profite l'acheteur.

On construit également des longerons de châssis avec un rebord, dans lequel vient s'encastre la partie inférieure de la carrosserie, on obtient de cette façon un assemblage extra solide et de la caisse et du châssis.

La fig. 10 indique, en élévation et en plan, l'emplacement des principales pièces sur un châssis de

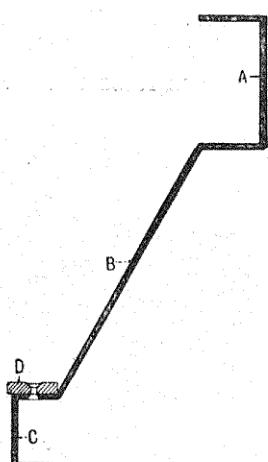


Fig. 8. — Coupe d'un longeron avec longeronnet pris dans la même tôle.

la 5<sup>e</sup> catégorie, avec faux-châssis intérieur: A sont les deux longerons extérieurs, b les deux longeronnets fixés aux traverses C et C<sub>2</sub>, formant faux-châssis, lequel supporte le moteur et le changement de vitesse, C<sub>2</sub> est la traverse arrière; en A<sub>1</sub>, les longerons sont repliés pour recevoir l'attache des ressorts avant; E sont les mains arrière des ressorts avant, D les mains arrière des ressorts arrière

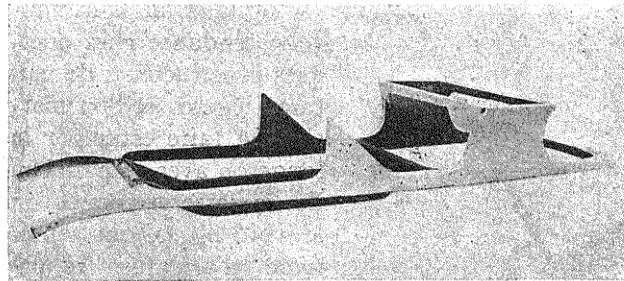


Fig. 9. — Châssis avec bas de carrosserie en tôle emboutie.

et E<sub>1</sub> les mains avant de ces derniers; en F est le volant du moteur, les longeronnets B ont été échancrés pour son passage; G est la boîte de direction; H est le support des leviers des vitesses et de frein; I les supports de l'arbre des freins et J les supports de l'arbre des pédales.

Pour éviter, en marche, les torsions du châssis, entraînant la fatigue du mécanisme, certains constructeurs emploient des doubles châssis (ce principe a été adopté pour beaucoup de camions et omnibus). Nous citerons le châssis de la «Nordyke

et Marmon C° », d'Indianapolis; il comporte deux cadres dont les mouvements respectifs sont indé-

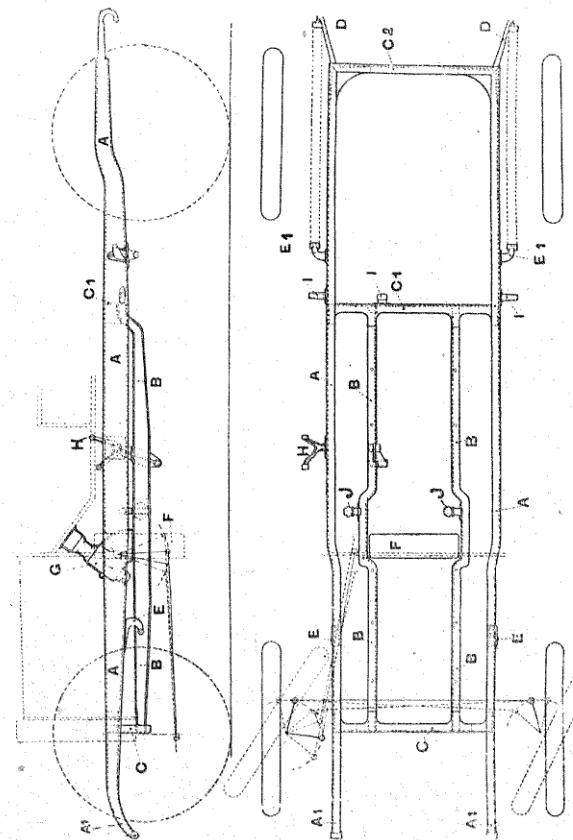


Fig. 10. — Châssis avec mains de ressorts et supports.

pendants; chaque châssis est suspendu sur trois points pivotants, le supérieur ne porte rien d'autre

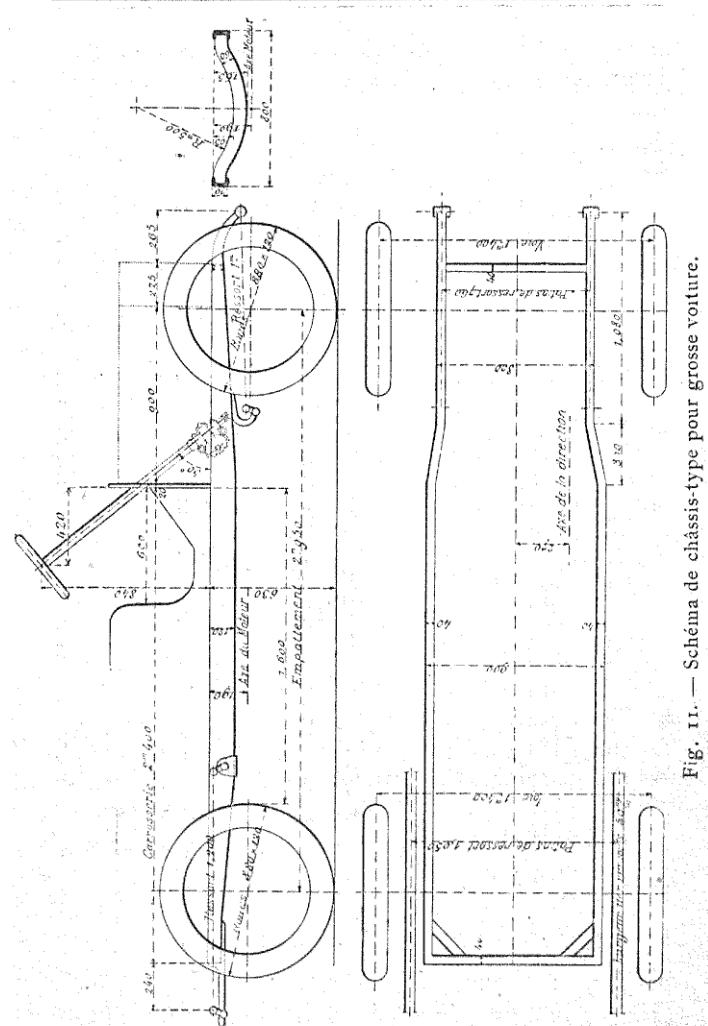


Fig. 11. — Schéma de châssis-type pour grosse voiture.

que la carrosserie et celui inférieur toute la partie mécanique; ce dernier n'est pas suspendu à l'arrière et il est relié à l'essieu arrière par un axe oscillant derrière le joint de cardan; à l'avant il est fixé en deux points aux deux ressorts à pinces et porte un tourillon où s'articule le châssis supérieur, lequel est attaché également par un seul point de chaque côté aux deux ressorts arrière.

Pour terminer ce chapitre, nous dirons quelques mots de l'unification des châssis dont on parle beaucoup depuis quelques années. Dans sa séance du 17 mars 1905, la 9<sup>e</sup> section de la Chambre Syndicale de l'Automobile a jeté les bases d'un projet d'unification que l'on peut résumer ainsi:

Deux types, seuls, de châssis pour voitures de tourisme sont proposés (pour le moment, les voiturettes sont laissées de côté). Tous les châssis doivent être prévus pour carrosserie à entrée latérale. Les schémas, fig. 11 et 12, reproduisent les deux châssis types de la Chambre Syndicale.

Pour les grosses voitures, (fig. 11), la longueur du châssis a été prévue pour une carrosserie de 2 m. 400 et une surcharge de 1000 à 1200 kilogs, avec une distance de 1 m. 600 du panneau avant jusqu'au pneu arrière (cette distance était appelée cote tangentielle, mais M. Georges Kellner, dans son rapport au Congrès de Milan, appelle cote tangentielle la distance horizontale projetée de l'axe du volant de direction à la tangente verticale avant du pneu arrière); roues égales de 880 × 120; moteur de 24 à 30 chevaux, à 1000 tours; le faux-

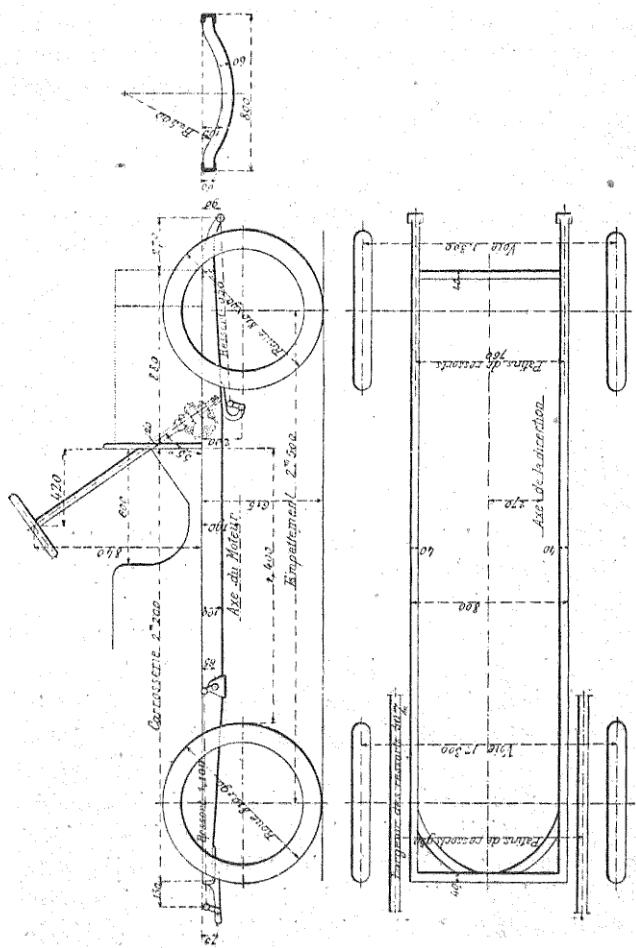


Fig. 12. — Schéma de châssis-type pour petite voiture.

châssis placé à 100 mm. au-dessous du châssis et à 90 mm. au-dessus de l'axe du moteur; avec un écartement intérieur des longeronnets de 500 mm.; largeur du châssis: 900 mm., avec partie restreinte à 800; les ressorts arrière ont été prévus écartés de 50 mm. en dehors du châssis, soit un écartement de patins de ressort de 1 m. 050; la traverse avant cintrée, avec un rayon de courbure de 500 mm., et établie de façon que le bas de son cintre passe légèrement au-dessus de l'axe du moteur; empattement de 2 m. 950 et voie de 1 m. 400; diamètre du volant de direction, 450 mm.; ressort avant de 1 mètre de long et celui arrière de 1 m. 200 sur 50 mm. de large.

Pour les petites voitures, (fig. 12), la longueur du châssis est telle qu'on peut y fixer une carrosserie de 2 m. 200 de longueur (poids de la surcharge, comprenant carrosserie et voyageurs: 600 kilogs), avec une distance du panneau avant au pneu arrière de 1 m. 400; roues égales de 810-90; moteur de 12 à 20 chevaux à 1000 tours; les cotes d'emplacement du faux-châssis et l'écartement intérieur des longeronnets semblables à ceux des grosses voitures; largeur du châssis, 800 mm., avec longerons droits; la traverse avant cintrée également; empattement, 2 m. 50 et voie 1 m. 300; diamètre du volant de direction, 450; ressorts avant de 950 de long, et ceux arrière, de 1 m. 100 sur 50 mm.; écartés de 50 mm. du châssis, ce qui donne un écartement des patins de ressorts arrière de 950 mm.

Au troisième Congrès international d'automobi-

lisme, qui s'est tenu du 24 au 29 mai 1906 à Milan, M. Georges Kellner, président de la Chambre Syndicale de la Carrosserie, a présenté un rapport très documenté sur les châssis et carrosseries dont nous résumons les passages se rapportant à notre chapitre. M. Kellner, en classant les châssis par la carrosserie qu'ils supportent, distingue trois groupes de châssis, et chacun de ces groupes est subdivisé en quatre types de longueurs différentes.

Les trois genres de châssis sont:

1<sup>o</sup> Un châssis de ville, relativement court, pour les voitures de ville et d'une force de 10 à 15 chevaux.

2<sup>o</sup> Un châssis de route, très confortable, pour les grandes voitures de tourisme et d'une force de 35 chevaux et au delà.

3<sup>o</sup> Un châssis demi-route, intermédiaire entre les deux précédents, pour les personnes qui ne peuvent

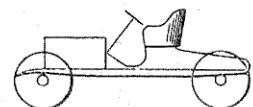


Fig. 13. — Schéma de carrosserie sur châssis court, avoir qu'une voiture et veulent s'en servir, et pour la ville, et pour la route; moteur de 20 à 24 chevaux.

La subdivision par types classés d'après la longueur du châssis, donne:

1<sup>o</sup> Châssis court, sans entrée latérale, pour voitures de course, spiders, petits tonneaux, etc., (fig. 13).

2° Châssis mixte, avec petite entrée latérale, pour doubles phaétons légers, etc., (fig. 14).

3° Châssis normal, pour coupés, limousines, landaulets, landaulets-limousines, etc., (fig. 15).

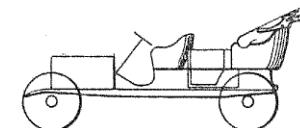


Fig. 14. — Schéma de carrosserie sur châssis mixte.

4° Châssis long, pour trois quarts, c'est-à-dire destinés à des coupés ou à des landaulets trois quarts, munis d'une baie entre le siège du mécanicien et l'avant de la porte, ou encore à des limousines extra-confortables, (fig. 16).

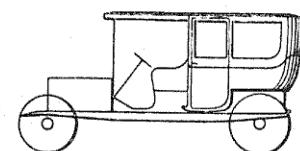


Fig. 15. — Schéma de carrosserie sur châssis normal, destiné à des coupés ou à des landaulets trois quarts, munis d'une baie entre le siège du mécanicien et l'avant de la porte, ou encore à des limousines extra-confortables, (fig. 16).

En groupant les trois genres de châssis: ville, route et demi-route, avec les quatre types de longueur:

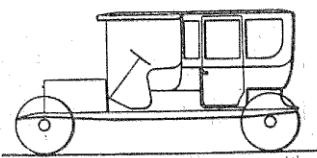


Fig. 16. — Schéma de carrosserie sur châssis long, court, mixte, normal et long; nous arrivons à 12 châssis différents, dont les dimensions principales sont indiquées dans le tableau de proportions des châssis suivant:

TABLEAU DE PROPORTION DES CHASSIS

DÉTAIL * des principales cotes	CHASSIS DE VILLE			CHASSIS DEMI-ROUTE			CHASSIS DE ROUTE		
	Châssis court		Châssis mixte	Châssis court		Châssis mixte	Châssis court		Châssis mixte
	Châssis normal	Châssis long		Châssis normal	Châssis long		Châssis normal	Châssis long	
Longueur de châssis libre pour la carrosserie . . . . .	2	»	2,20	2,40	2,60	2,45	2,35	2,55	2,75
Cote tangentielle (1) . . . . .	0,90	1,10	1,30	1,50	0,90	1,40	1,30	1,50	1,70
Entrée de carrosserie (1) . . . . .	1,30	1,50	1,70	1,90	1,35	1,55	1,75	1,95	2,10
Empattement . . . . .	2,30	2,50	2,70	2,90	2,60	2,80	3	3,20	3,50
Largeur du châssis (à l'arrière) . . . . .	0,85		0,90		0,90		0,95		0,95
Voie . . . . .	4,30		4,40		4,40		4,50		4,50
Roue avant . . . . .	845-105		875-105 ou 880-120		880-120		920-120		920-120
— arrière . . . . .	815-105						920-120 ou 935-135		
Axe du volant de direction au tablier	0,40		0,45		0,45		0,50		0,50
Acier des ressorts (largeur) . . . . .	0,045		0,05		0,055		0,055		0,055
Hauteur de terre . . . . .	0,58		0,60		0,60		0,62		0,62

(1) Rappelons que l'on appelle « cote tangentielle » la distance horizontale de l'axe du volant de direction à un plan vertical tangent à l'avant du pneu arrière, et « entrée de carrosserie » la distance du tablier à ce plan vertical tangent, c'est ce que l'on appelait autrefois cote tangentielle.

Le tableau ci-dessus a été établi en tenant compte des observations suivantes:

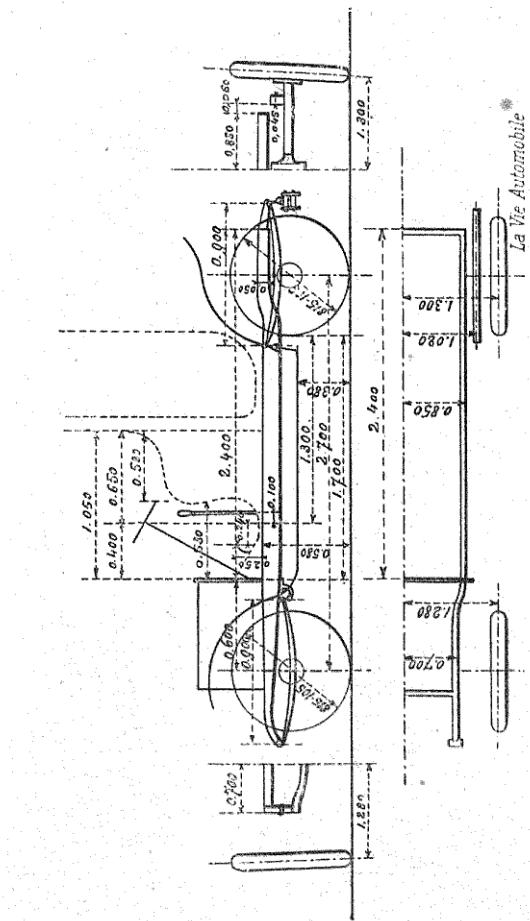


Fig. 17. — Châssis-type normal pour voiture de ville.

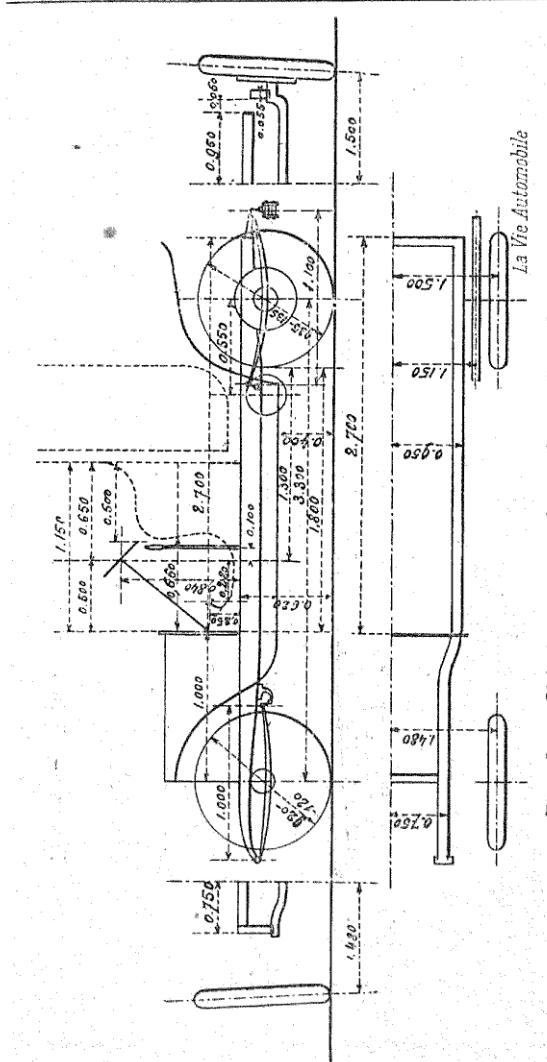


Fig. 18. — Châssis type normal pour forte vitesse de route.

Pour obtenir une bonne entrée latérale il faut que la cote tangentielle soit d'au moins 1 m. 300, cette dimension permet de mettre l'assise presque au-dessus de l'essieu arrière, et l'on sait que plus cette assise est en avant de l'essieu, mieux on est porté. La place réservée au moteur, et la position de la roue avant par rapport au tablier ont été déterminées par des observations faites sur les principaux châssis existants : ainsi les Mercédès ont la roue avant placée à 75 centimètres pour un moteur de 28-32 chevaux. La maison Renault frères place la roue à 70 centimètres du tablier, pour un moteur de 20-30 chevaux, la maison Mors à 65 centimètres pour un moteur de 28 chevaux, la maison Brasier place même la roue à 80 centimètres pour un moteur de 50 chevaux. La maison Panhard met la roue à 90 centimètres pour un moteur de 24 chevaux et la maison Charron, Girardot et Voigt à 70 centimètres pour un de 20 chevaux. On doit donc pouvoir arriver à loger aisément un moteur de 20-24 chevaux dans 80 centimètres.

Il est bon qu'une voiture ait assez d'empattement, elle roule mieux, saute moins, mais s'il est trop grand, elle devient encombrante et difficile à virer dans les passages étroits. On place généralement l'axe de la roue avant en avant du 1<sup>er</sup> cylindre ou à peu près. Comme largeur de châssis, on a pris : 0,85 de largeur à l'arrière, pour le châssis de ville, 0,90 — — — — demi-route, 0,95 — — — — de route.

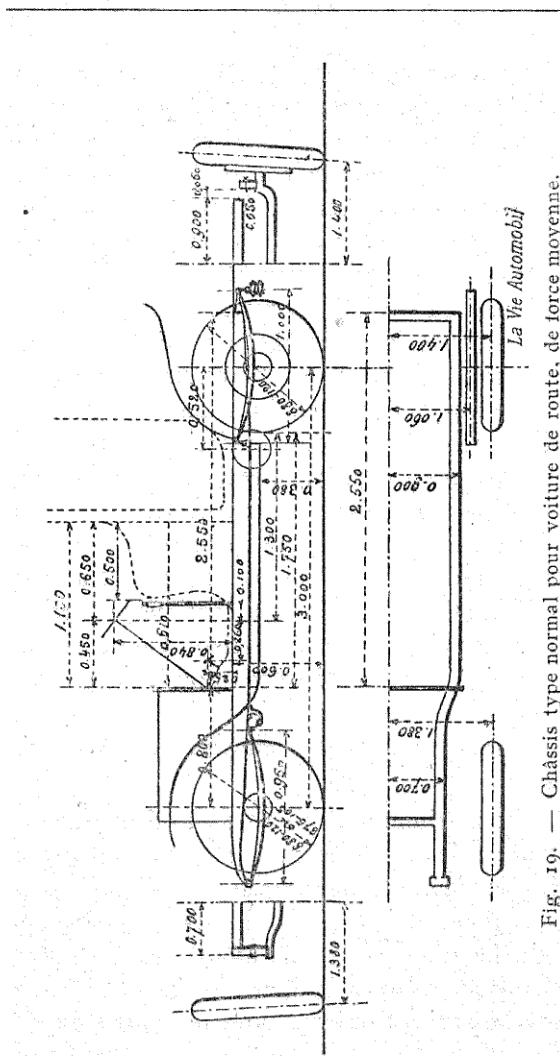


Fig. 19. — Châssis type normal pour voiture de route, de force moyenne.

Ces largeurs donnent une voie de 1 m. 30 pour le premier châssis; 1 m. 40 pour le deuxième;

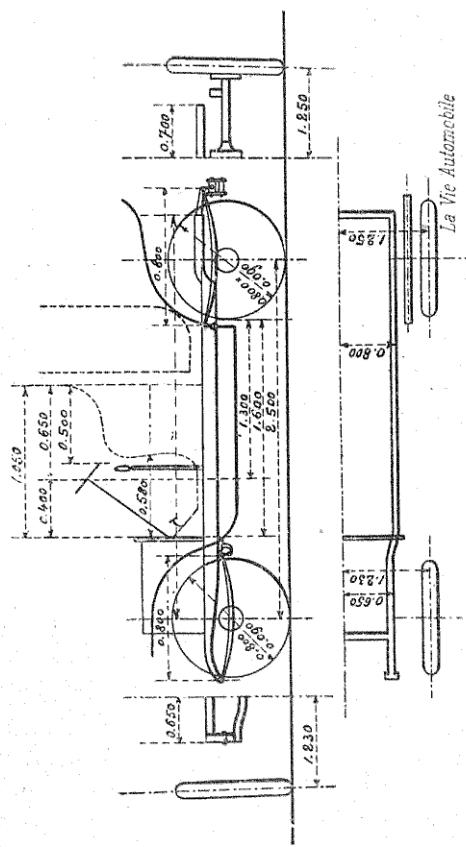


Fig. 20. — Châssis pour voiture légère.

1 m. 50 pour le troisième; cotes prises sur le sol, au milieu des bandages.

Pour faciliter l'application du tableau de proportions des châssis et pour fixer les points principaux de l'établissement d'un châssis, nous donnons les schémas du châssis de ville du type normal, moteur 10 à 15 chevaux (fig. 17); du châssis de route type normal, avec moteur de 35 chevaux et plus (fig. 18) et du châssis demi-route, avec moteur de 20-24 chevaux (fig. 19); tous du type normal correspondant, c'est-à-dire destiné à une voiture avec bonne entrée latérale.

La figure 20 représente un type de châssis de voiturette normal, avec moteur de 8 à 10 chevaux, pouvant recevoir un double phaéton à petite entrée latérale et muni d'une capote légère, ou même un léger coupé ou landaulet comme les petits taximètres Renault.

## CHAPITRE II

---

### Ressorts & Suspension

Une des principales qualités que doit avoir une voiture automobile, pour être confortable, est d'être bien suspendue; ce n'est qu'à cette condition que les longs voyages restent agréables et que tout le mécanisme n'est pas mis hors de service par les cahots de la route.

La liaison élastique formant la suspension est généralement obtenue par des ressorts en acier fixés aux essieux d'une part et au châssis de l'autre, ils supportent toute la voiture : partie mécanique et carrosserie, et sont continuellement soumis à une série d'oscillations qui fatiguerait le métal, s'il n'était de très bonne qualité.

Les conditions que doit remplir un bon ressort sont les suivantes: il doit être assez résistant pour supporter le maximum de charge et de réaction sans subir de déformation permanente, c'est-à-dire qu'une fois la charge enlevée, il doit revenir à sa forme primitive; son élasticité doit être telle que la suspension reste douce sous différentes charges (comprises entre deux limites assez proches cependant). Ces conditions sont indiquées par son rôle qui est de supporter un certain poids tout en amortissant les chocs éprouvés par la roue se déplaçant sur un sol plus ou moins rugueux. Il ne faut pas

qu'il soit trop souple, car les grandes amplitudes dont il serait animé rendraient instable la partie suspendue. Meilleure est la suspension, plus facile est le déplacement du véhicule, ainsi que l'ont démontré de nombreuses expériences de traction, dont les premières remontent au général Morin qui, déjà, avait remarqué que le tirage d'une voiture est d'autant plus faible que la suspension est meilleure.

Un bon ressort doit être long sans trop de flèche, avec une large section d'acier, ce qui donne plus de stabilité dans les virages, où les ressorts travaillent à la torsion; les axes des rouleaux ont aussi de ce fait une portée plus grande.

Nous allons voir en premier lieu la forme des ressorts employés actuellement, puis leurs attaches



Fig. 21. — Ressort avec rouleaux roulés du côté de la pointe des feuilles.

et le montage aux châssis; enfin pour terminer, quelques suspensions spéciales.

Il ne sera rien dit des amortisseurs qui seront décrits dans le volume spécial des accessoires.

Sur la généralité des voitures on a adopté le ressort ordinaire à lames et à rouleaux, les extrémités seules variant.

Les ressorts se classent suivant la forme des extrémités et le côté de l'enroulement du rouleau (on appelle *rouleau* l'œil fait aux bouts de la principale

feuille, appelée maîtresse-feuille et destiné à fixer le ressort. Il existe aussi des ressorts à glissoirs, mais ils ne sont employés que pour les poids lourds industriels). Les principales formes employées sont: les ressorts à rouleaux roulés du côté de la maîtresse-feuille; rouleaux roulés du côté des pointes des feuilles (fig. 21); rouleaux roulés opposés, ou tout simplement rouleaux opposés; rouleaux roulés opposés à col de cygne d'un bout; rouleaux roulés, à col de cygne des deux bouts; rouleau roulé du côté des pointes des feuilles d'un bout et rou-

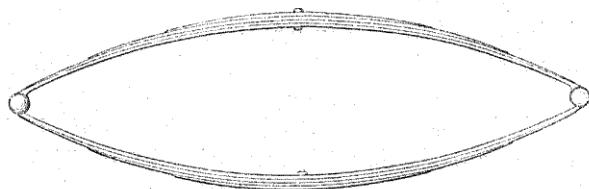


Fig. 22. — Ressort à pincettes.

leau soudé de l'autre; ressorts à rouleaux soudés. La section des ressorts est presque toujours méplate à champs arrondis ; rarement elle est à angles vifs ou à arêtes.

Pour donner plus de confortable aux voitures de ville, et aux voitures de tourisme de force moyenne, on emploie quelquefois à l'arrière des ressorts à pincettes (fig. 22) ou à demi-pincettes, ou des montages à 3 ressorts. On appelle ressort à pincettes un double ressort comme on le voit fig. 22, ce type est appelé ressort à pincettes, à mains à l'anglaise.

Quelquefois un demi-ressort manque, on l'appelle alors ressort demi-pincette à main à l'anglaise; si l'extrémité d'une lame maîtresse est recourbée, le ressort prend le nom de ressort demi-pincette à crosse avec jumelle ou ressort demi-pincette en C; c'est ce modèle à crosse qui est généralement employé en automobile, l'essieu arrière du châssis fig. 42 est fixé par des ressorts de ce type.

Nous parlerons plus loin des montages à trois ressorts.

L'acier employé pour la fabrication des ressorts est un acier Martin supérieur dont la résistance primitivement de 80 kilog. environ, atteint après trempe et recuit 120 kilogrammes par millimètre carré avec un allongement correspondant de 7 à 8 p. %; lorsque l'on recherche la très grande légèreté on emploie des aciers au nickel, au silicium, au tungstène, ou mangano-siliceux, mais ces aciers ont souvent des sens dans lesquels leur fragilité est plus grande comme, par exemple, l'acier au silicium qui se rompt aisément dans un sens perpendiculaire à celui du laminage; le meilleur résultat est obtenu avec des aciers mangano-siliceux dont la résistance s'élève à 150 kilogrammes par millimètre carré avec un allongement de 6 p. %. Le prix élevé de ces ressorts de qualité spéciale provient non seulement de la valeur de l'acier employé mais de la difficulté de leur traitement : une faible variation dans la température de recuit ou dans celle donnée avant le travail, entraîne souvent de grandes modifications dans leurs

qualités de souplesse. L'acier est laminé en grandes bandes droites; la maîtresse-feuille est souvent d'épaisseur uniforme, les autres feuilles s'amincissent vers les extrémités, cette différence d'épaisseur est obtenue par des laminoirs spéciaux; on cintre ensuite chacune des lames avec un rayon de courbure plus petit que celui que doit avoir le ressort une fois fini, de sorte que si l'on place les feuilles les unes sur les autres sans leur boulon d'assemblage central, chacune d'elles semble trop fermée et ne porte sur sa voisine que par les extrémités. Cette forme leur est conservée après la trempe. Nous avons déjà dit que la maîtresse-feuille se termine par les rouleaux, les autres feuilles plus courtes s'échelonnent régulièrement et se terminent, la plupart du temps par une pointe arrondie. Pour empêcher les lames de glisser les unes sur les autres par un mouvement de rotation autour de leur boulon d'assemblage, sans toutefois gêner le glissement dans le sens de la longueur du ressort, chaque lame porte rivé (ou quelquefois embouti) un petit étoquau qui sert de guide à la lame voisine percée d'une rainure correspondante; on peut éviter le travail nécessité par le montage des étoquaux en disposant des petits étriers comme on le voit en E (fig. 23); c'est, d'ailleurs, ce que l'on fait très souvent maintenant.

La flexibilité d'un ressort dépend de la qualité de l'acier employé, du nombre et des dimensions de ses feuilles (rappelons que l'on appelle flexibilité d'un ressort, sa perte de flèche sous une charge

connue, et ne donnant pas de déformation permanente; en général cette flexibilité est indiquée en millimètres pour 100 kilogs, c'est-à-dire que la flèche du ressort diminue de *tant* de millimètres par 100 kilogs de charge); tandis que les flexions maxima, c'est-à-dire sans produire de déformation ou

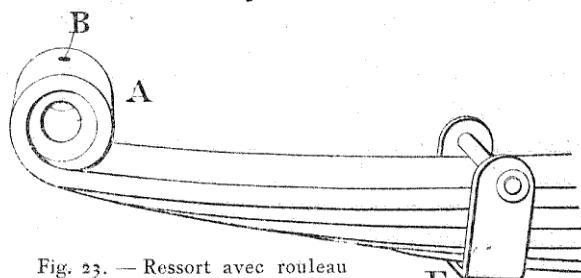


Fig. 23. — Ressort avec rouleau  
bagué et étrier.

de perte permanente de flèche, ne sont proportionnelles qu'à la qualité de l'acier, la longueur et l'épaisseur de la maîtresse-feuille. Le tableau ci-dessous indique les flexions que peuvent subir sans perte de flèche les ressorts de la marque *4 ancre* de la maison Lemoine:

ÉPAISSEUR DE LA MAITRESSE- FEUILLE	LONGUEUR DÉVELOPPEE DE LA MAITRESSE-FEUILLE D'AXE EN AXE DES MAINS OU ROULEAUX					
	1000	1020	1040	1060	1080	1100
7 $\frac{1}{2}$	178	185	192	200	208	216
7 — 1/2	166	173	180	187	194	201
8 —	156	162	168	175	182	189
8 — 1/2	147	153	159	165	171	177
9 —	138	144	150	156	162	168

Tous les nombres de ce tableau représentent des millimètres. On voit qu'il y a avantage à employer des ressorts longs, car ils sont plus souples et supportent de plus grandes flexions sans déformation permanente, ni rupture.

Le tableau suivant donne les caractéristiques de divers types de ressorts en usage.

Charge en kilos	Cordes sous charge en m/m	Fleche sous charge en m/m	Flexibilité en %/%	Nomb're de feuilles	Largeur des feuilles en m/m	Epaisseur des feuilles en m/m	Poids en kilos
150	800	84	47	3	40	6-5,5-5-5-5	5 000
175	910	48	12,5	5	45	7-6-6-6-6	8 000
200	900	80	27	4	40	7-6,5-6-6	5 000
205	1.120	30	30	6	45	7-7-7-6-6-6	11 000
220	1.200	90	25	6	50	8-7-7-7-7-6	13 000
225	900	40	20	6	40	7-6,5-6,5-6-6-6	7 300
225	1.000	400	44,5	7	50	8-7-6,5-6,5-6,5-6-6	12 500
250	900	70	13,5	6	45	7-7-6,5-6,5-6-6	8 000
300	1.000	40	20	7	40	8-7,5-7-6,5-6,5-6-6	10 250
325	890	55	10,5	6	50	7-7-7-7-7-7	10 200
380	500	60	15	7	50	7-6,5-6,5-6-6-5-5	10 500
420	1.000	75	18	7	50	7-6,5-6,5-6,5-6-5,5	12 000
450	1.440	45	22	9	50	7-7-7-7-7-7-7-7	22 600
475	1.000	70	18	7	45	7-7-6,5-6,5-6-6-6	11 000
500	1.380	60	20	9	50	8,5-8-8-7,5-7,5-7-7-6,5	23 000

Les ressorts se fixent sur l'essieu par des étriers appelés *brides* de ressorts; ces brides sont forgées en fer de Suède de 1<sup>re</sup> qualité, elles sont incassables, leur forme varie mais rappelle toujours celle

de la figure 24. L'essieu porte généralement un patin percé de quatre trous où passent les parties taraudées des brides; une cale en bois dur ou en fibre interposée entre le ressort et l'essieu permet

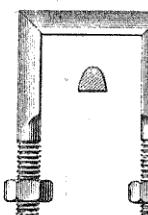


Fig. 24. — Bride manquant de ressort.

une meilleure assise, tout en empêchant le glissement. Si l'essieu ne porte pas de patin ou si, pour une cause quelconque, on ne peut se servir du patin existant, on peut employer un demi-collier portant des oreilles remplaçant le patin

Les ressorts se fixent aux châssis à l'aide de supports appelés *mains* ou *menottes*. Presque toujours la main avant du ressort avant tient le rouleau du

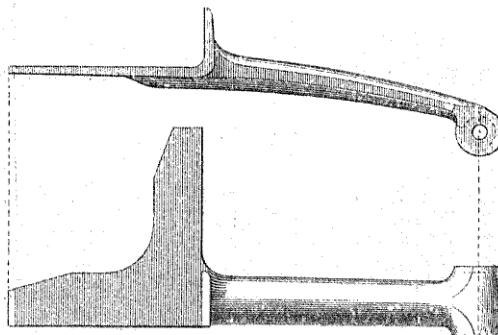


Fig. 25. — Main avant de ressort avant.

ressort comme une véritable main humaine. (L'on peut voir, figures 52 et 100, des montages avec jumelles à l'avant, le but de cette disposition est ex-

plié plus loin). La figure 25 montre une main avant pour châssis en éléments assemblés, la patte de fixation forme équerre et renforce l'assemblage

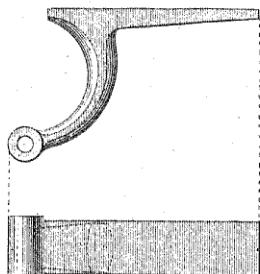


Fig. 26. — Main arrière de ressort avant.

du longeron et de la traverse avant du châssis; la partie destinée à recevoir le ressort est creusée et enveloppe plus de la moitié du rouleau; un axe avec écrou et goupille réunit les deux.

Les mains sont toutes courtes et de forme spéciale lorsqu'elles sont destinées à un châssis en tôle d'acier embouti avec longerons cintrés à l'avant et disposés pour recevoir l'encastrement de ces mains. Le ressort avant est généralement placé dans l'axe du longeron. A leur partie arrière, les ressorts avant ne sont pas fixés directement aux mains, lesquelles sont ordinaires de la forme fig. 26, mais y sont reliés par des *jumelles* (fig. 27); ces jumelles permettent au ressort de varier de longueur de corde lorsqu'il joue. Lorsque les ressorts arrière sont placés sous le longeron, ce que l'on fait rarement maintenant, leurs mains avant sont de la même forme que les mains arrière des ressorts avant (fig. 26), car les ressorts arrière se montent presque toujours avec jumelles à leurs



Fig. 27. — Jumelle de ressort.

deux bouts. La plupart du temps, les ressorts arrière sont placés le plus possible en dehors de la

voiture (intérieur du ressort à 5 ou 6 centimètres du châssis) et les rouleaux le plus haut possible afin que la voiture soit suspendue dans les ressorts et non dessus, on baisse ainsi le centre de gravité et l'on

donne plus de stabilité à la voiture. Les carrossiers appellent *débattement* le jeu laissé entre les ressorts et le châssis. Les figures 28 et 30 représentent des mains avant de ressorts arrière pour châssis placé entre les ressorts; les mains arrière ont une des formes indiquées fig. 29 ou 31; sur la fig. 31 est également représenté le modèle de jumelle s'adaptant à cette main.

Quelquefois les jumelles arrière des ressorts avant sont fixées directement au châssis comme on le voit en AB (fig. 32), ce procédé fait gagner le poids de la main, mais empêche le ressort de jouer.

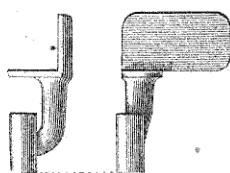


Fig. 28. — Main avant de ressort arrière.

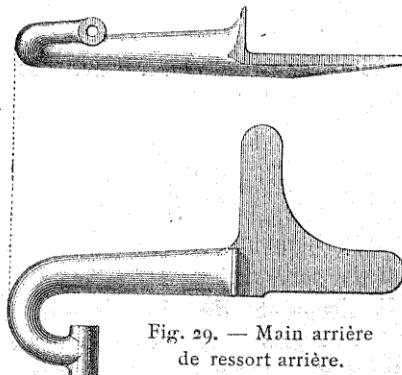


Fig. 29. — Main arrière de ressort arrière.

aussi librement que dans le montage ordinaire, que l'on voit en A<sub>1</sub> B<sub>1</sub>. Si l'on considère la charge

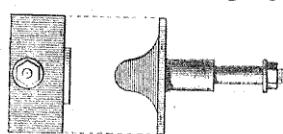


Fig. 30. — Support avant de ressort arrière.

appliquée en A on voit que l'effort tend à coucher la jumelle; même toute droite elle tend toujours à culbuter d'un côté ou de l'autre, tandis qu'en

A<sub>1</sub> le poids de la voiture s'appliquant à la partie inférieure de la jumelle tendra à amener celle-ci

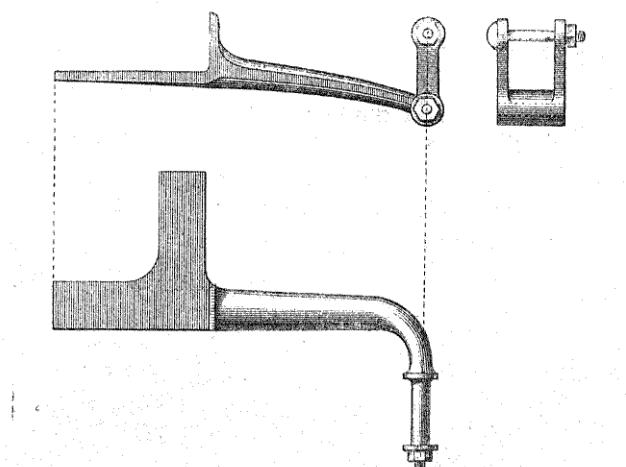


Fig. 31. — Support arrière de ressort arrière, avec jumelles.

dans la position verticale, et ne gênera pas le jeu du ressort comme dans le cas précédent. Beaucoup de discussions eurent lieu sur la position que doivent avoir les jumelles en charge nor-

male; la majorité des constructeurs les montent comme en A<sub>1</sub> B<sub>1</sub>, mais presque droites; MM. Féraud, Jeantaud et Gaillardet ont été partisans de la jumelle renversée comme on le voit en A<sub>2</sub> B<sub>2</sub>, car

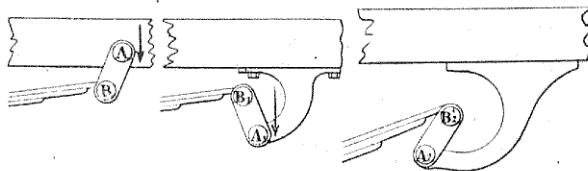


Fig. 32. — Positions de jumelles arrière de ressort avant.

dans cette disposition, la maîtresse-feuille ne tend pas à se séparer des autres, et à chaque oscillation la voiture descend d'une quantité moindre que la perte de flèche du ressort. La position à peu près droite avec des jumelles aussi longues que possible est la meilleure solution.

On emploie beaucoup à l'arrière le montage à trois ressorts (fig. 33), cette disposition donne plus

Fig. 33. — Suspension arrière à trois ressorts.

de confortable; quelques anciens châssis montés avec seulement deux ressorts longitudinaux à l'arrière ont été transformés en suspension avec ressort transversal; encore actuellement quelques

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chauffeurs font faire cette modification. M. Pol Ravigneaux a donné dans la *Vie Automobile* les conseils pratiques suivants se rapportant à cette transformation :

« Quelles indications doit-on fournir au fabricant de ressorts ?

Comment guider dans sa tâche le forgeron qui fera la patte d'attache ?

On pourrait penser qu'il n'y a rien de plus aisément et cependant quelques minutes de réflexion s'imposent.

Quand on a à commander un ressort, on indique la flèche qu'il doit avoir sous une charge déterminée, flèche comptée de la surface d'appui du patin jusqu'à la corde joignant les deux yeux d'attache.

En réalité, ceci ne suffit pas, puisque la flexibilité n'est pas ainsi définie et qu'une barre à peu près ou totalement rigide pourrait répondre à la condition énoncée, mais le constructeur fera son affaire du reste, ne nous arrêtons pas à cette considération.

Où le client s'embarrasse, c'est quand il veut préciser la charge portée par le ressort : il pourrait se contenter d'indiquer la charge correspondant à l'essieu arrière, en laissant à d'autres le soin de répartir ce poids, mais la crainte d'une erreur fait souvent qu'il y tombe et, sans arrière-pensée, le voilà qui fixe au constructeur un chiffre fantaisiste.

Les ressorts longitudinaux, se dit-il, sont deux pour porter l'arrière de la voiture, le ressort transversal est tout seul pour remplir le même office :

donc le ressort transversal travaille deux fois plus.

L'erreur est manifeste.

Commençons donc par :

*Déterminer quelle est la répartition des poids sur les trois ressorts?*

Si  $p$  est le poids porté par l'essieu arrière, c'est-à-dire le poids qu'indique une bascule quand on met les deux roues arrière de la voiture sur le tablier (diminué du poids des roues et de l'essieu),

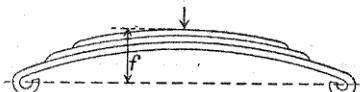


Fig. 34. — Position du ressort transversal.

chacun des ressorts longitudinaux subit en son milieu une poussée égale à  $\frac{p}{2}$ , chaque extrémité

A, B, C, D, supporte donc  $\frac{p}{4}$ .

Comme la réaction est égale à l'action, le ressort transversal supporte aussi  $\frac{p}{4}$  à chacune de ses

extrémités et transmet  $\frac{p}{2}$  au châssis. Donc le transversal travaille au même taux que ses voisins, ce qu'il fallait démontrer; mais la patte qui les supporte travaille deux fois plus que les mains d'attache de ceux-ci.

Pourquoi voit-on cependant des ressorts transversaux beaucoup plus forts apparemment que les

ressorts longitudinaux? Cela tient à ce fait qu'ils sont généralement plus longs; d'autre part, l'expérience a prouvé que si on donnait aux trois ressorts une flexibilité égale, on favorisait les ba-

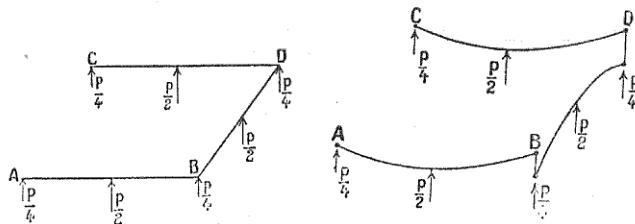


Fig. 35. — Charges sur les trois ressorts.

lancements interminables que les amortisseurs ont, entre autres avantages, celui de paralyser.

Ce phénomène apparaît d'ailleurs assez évident *a priori*, car si le ressort transversal possède une résistance différente, sous des surcharges données, il ne s'affaîssera pas de quantités égales à celles dont s'affaîssent les ressorts solidaires de l'essieu;

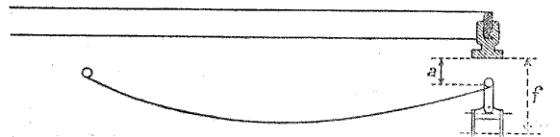


Fig. 36. — Montage du ressort transversal.

la périodicité des oscillations se trouve donc contrariée, le transversal joue le rôle d'un véritable amortisseur.

Venons à la mesure de la flèche. Je recommande

derai de ne fixer la patte d'attache qu'une fois le ressort essayé, car malgré la détermination que nous allons faire approximativement, une petite correction sera peut-être nécessaire.

On croit généralement qu'il suffit de placer la voiture en charge et de mesurer la distance  $\alpha$  entre

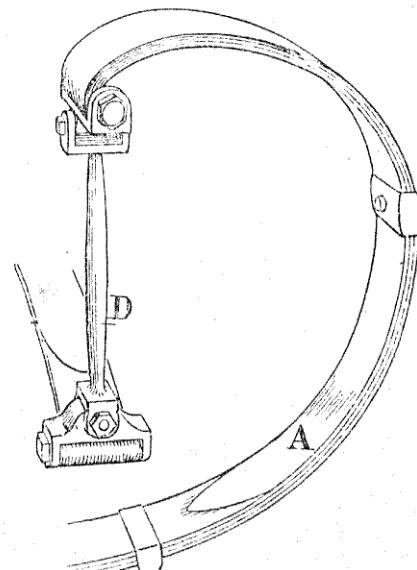


Fig. 37. — Ressort transversal avec ressort d'essieu en C.

le patin qu'on va placer et l'œil du ressort existant, et d'y ajouter la longueur des jumelles d'accouplement, pour avoir  $f$ .

Nous aurions bien ainsi remis la voiture exactement dans ses lignes sous une charge moyenne,

mais pratiquement il faut majorer la flèche d'une quantité qui peut atteindre 4 ou 5 centimètres dans les voitures à différentiel placé sur l'essieu, de façon à posséder une sécurité égale contre les chocs éventuels du différentiel avec le plancher, des leviers et tringles de frein avec les parties fixes du châssis.

Sous l'influence d'une surcharge ou d'un choc, les dépressions auront en effet plus d'amplitude que précédemment; (c'est d'ailleurs pour obtenir cette plus grande flexibilité que le troisième ressort a sa raison d'être); il faut donc en prévoir les conséquences et, avant toute opération, s'assurer que la voiture se prête à la transformation. »

La maison C. G. V. emploie à l'arrière de ses voitures de ville la suspension fig. 37; en B est le ressort transversal qui porte à chacune de ses extrémités une bielle articulée D fixée au ressort longitudinal A dont la partie arrière est cintrée en forme de C; on obtient ainsi une très douce suspension. On trouve aussi quelques voitures de ville portant des ressorts demi-pincettes sans jumelles à l'arrière. La demi-pincette à crosse, à l'arrière, que l'on trouve actuellement sur beaucoup de voitures et que les châssis américains Cadillac ont été des premiers à posséder, demande le point de fixation du demi-ressort supérieur à l'aplomb du ressort inférieur. Les premières voitures munies de ces ressorts rentraient dans la catégorie des châssis avec ressorts placés directement sous le longeron. Un constructeur allemand a placé le ressort infé-

rieur en dehors du châssis, tout en laissant la partie supérieure de la demi-pincette attachée au longeron et dans son axe; les lames du demi-ressort supérieur travaillent dans de mauvaises conditions et ce montage n'est pas à conseiller; maintenant l'on fixe généralement ces ressorts par un support spécial déporté comme on le voit en N (fig. 42) avec jumelles aux deux bouts; la crosse forme, pour ainsi dire, main élastique, sa flexibilité est à peine la moitié de celle du ressort, ainsi si le ressort principal P (fig. 42) a une flexibilité de 20 à 25 mm. par 100 kilos, la crosse Q n'aura que 8 à 10 mm. de flexibilité; l'ensemble est plus souple qu'un ressort ordinaire et paraît plus solide que le montage à 3 ressorts pour les voitures rapides.

Si nous envisageons le montage complet des ressorts sur le châssis, nous pouvons diviser les principales suspensions en six catégories qui sont :

1<sup>o</sup> Tous les ressorts sont à simples rouleaux et placés directement sous les longerons; les ressorts



Fig. 38. — Ressorts sous le châssis; ressort arrière libre.

avant sont articulés à leur attache avant et possèdent des jumelles à l'arrière; les ressorts arrière ont des jumelles à leurs attaches avant et arrière (fig. 38).

2<sup>o</sup> Suspension semblable à la précédente, mais

les ressorts arrière ne portent des jumelles qu'à une extrémité (fig. 39).



Fig. 39. — Ressorts sous le châssis ; ressort arrière fixé à l'avant.

3° Ressorts avant montés, comme dans la 1<sup>re</sup> catégorie, dans l'axe des longerons, mais les ressorts



Fig. 40. — Ressort avant sous châssis ; ressort arrière à l'extérieur.  
arrière sont à l'extérieur du châssis (fig. 40).

4° Toujours ressorts avant pareils ; à l'arrière des ressorts demi-pincette à main à l'anglaise ou



Fig. 41. — Demi-pincette à crosse à l'arrière.

des ressorts demi-pincette à crosse avec jumelles, placés sous les longerons (fig. 41).

5° Suspension avant toujours pareille ; à l'arrière ressorts semblables aux précédents, mais placés en dehors des longerons (fig. 42).

6° Avant toujours identique ; mais à l'arrière montage à trois ressorts (fig. 43).

Avant d'aborder certaines particularités, comme le graissage des articulations de la suspension et

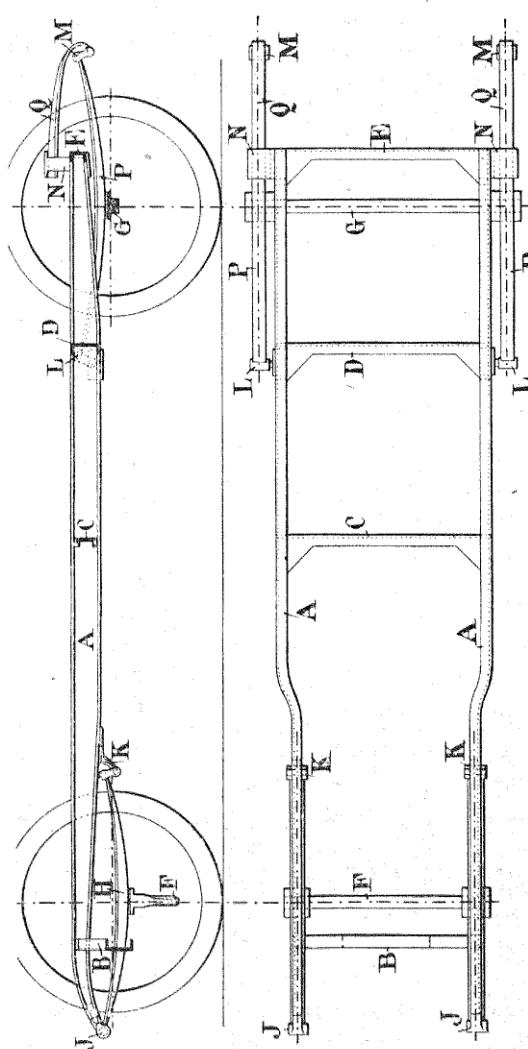


Fig. 42. — Châssis avec ses ressorts et essieux; A, longerons; B, traverse avant; C, traverse du changement de vitesse; D, traverse entretoise; E, mains avant du ressort arrière; F, essieu avant; G, essieu arrière; H, ressort avant; I, main avant du ressort avant; K, main arrière du ressort avant; L, et M, jumelles du ressort arrière; N, support de la crosse arrière; P, ressort d'essieu arrière; Q, ressort demi-pincette à crosse.

les suspensions spéciales, nous donnons ci-dessous un résumé des passages se rapportant aux ressorts, du rapport que M. Georges Kellner a lu au Congrès de Milan (24-29 mai 1906).

Les ressorts employés en automobile demandent, pour être flexibles, à être très longs et n'avoir que



Fig. 43. — Deux ressorts latéraux et un ressort transversal à l'arrière.

peu de flèche; il faut que l'étagement et l'épaisseur des feuilles soient bien calculés et que dans les mains ils jouent tout à fait librement; on devrait monter les mains à billes ou, tout au moins, bien les graisser : la souplesse des ressorts y gagnerait beaucoup; d'où une plus grande douceur de roulement et moins de puissance nécessaire pour propulser le véhicule.

La flèche des ressorts doit être, en charge, calculée à environ 5 p. % de la longueur du ressort (plutôt plus que moins, mais en aucun cas ne devra atteindre 10 p. %); cette flèche est mesurée du centre des rouleaux à la maîtresse-feuille. Si l'on ne met que des ressorts simples à l'arrière, il faut pour avoir une bonne suspension, qu'ils aient environ 1 m. 30 de longueur. Dans le montage à ressorts simples, le châssis devrait être à l'arrière, prolongé comme à l'avant, par des mains venues d'une seule pièce avec le châssis et garnies de douilles où pas-

serait l'axe servant d'attache aux jumelles des ressorts; ce système serait plus solide que les mains en fer forgé ajoutées après coup. Ces ressorts simples peuvent être remplacés par un montage à trois ressorts, qui donne un excellent résultat, surtout si l'on attache très haut le support du ressort transversal et qu'on donne à ce dernier une élasticité plus grande que celles des ressorts de côté, dans ce cas, ces derniers peuvent être réduits à 1 mètre, ou même moins dans les petites voitures légères.

La difficulté, pour les constructeurs, est de bien ménager le jeu nécessaire, afin que rien ne gêne le ressort dans sa flexion et qu'aucune partie du mécanisme ou de la tuyauterie ne vienne talonner sur les essieux, sur la barre d'accouplement des fusées avant, etc. Il ne faut pas oublier qu'en passant dans un caniveau, le ressort se retourne : par conséquent, si un ressort a 6 centimètres de flèche, par exemple, toutes les parties qui seront à garantir contre l'essieu ou contre les roues (comme les ailes) devront se trouver à 9 centimètres environ, c'est-à-dire à une distance supérieure à la flèche de 2 ou 3 centimètres. Il ne faut pas oublier qu'une voiture ne s'abaisse pas toujours verticalement, mais du côté sur lequel elle est le plus chargée, c'est donc dans ces conditions qu'il est nécessaire de bien déterminer le *débattement*. Lorsqu'une voiture talonne, le client demande généralement qu'on lui renforce les ressorts; cela peut provenir quelquefois de ce que les ressorts sont trop faibles, mais neuf fois sur dix plutôt de ce que la garantie, dont

nous venons de parler, n'a pas été observée, il est donc nécessaire d'y faire attention.

En résumé, pour qu'un ressort soit doux, il faut que sa flexibilité soit progressive et non brusque; on obtient ce résultat par la diminution de la flèche, par une grande longueur et en employant des feuilles de ressorts assez nombreuses et plutôt minces, il vaut mieux par exemple avoir huit ou neuf feuilles minces que six ou sept grosses; le ressort sera plus élastique. Il faut également une suspension d'autant plus parfaite que les voitures sont destinées à marcher plus vite. Il ne faut pas non plus qu'une voiture danse perpétuellement à cause de ressorts trop souples ou qu'elle subisse des bonds excessifs au passage des caniveaux; c'est un défaut à craindre dans une voiture marchant vite, on pourra facilement y remédier par l'adjonction d'amortisseurs. Les voitures mal suspendues sautent, font du bruit et s'usent très vite.

Les ressorts doivent être proportionnés à la carrosserie et à la charge; la même suspension ne peut convenir à une carrosserie de double phaéton ou à une carrosserie de limousine; c'est au constructeur, ou au carrossier, quand le premier ne le pourra pas, de régler les ressorts en conséquence.

Il est utile aussi pour avoir une bonne suspension de relever légèrement les ressorts vers l'avant (2 à 3 p. %); le châssis est ainsi mieux protégé; le ressort agissant normalement au choc, les absorbe plus facilement et la réaction se fait dans le sens de la marche du véhicule.

Il arrive quelquefois que l'on veuille retirer une lame de ressort; il ne faut pas enlever n'importe laquelle : il faut retirer la troisième en comptant à partir de la maîtresse-feuille; si l'on retire la deuxième, qui soutient et double la maîtresse-lame, le ressort se fausse ou casse près des rouleaux; si l'on supprime une des petites, le ressort casse (le plus souvent près du boulon central d'assemblage); il ne faut pas, non plus, oublier de rajuster les étoquiaux et rainures correspondantes des deux feuilles voisines de celle qui vient d'être supprimée.

Avant d'assembler les lames d'un ressort, que l'on a démonté pour une cause quelconque, il est bon de bien graisser les deux faces de chacune de ces lames avec du suif fondu ou de l'huile très visqueuse, ou, encore mieux, de les enduire, au pinceau, d'un mélange épais, légèrement chauffé, de caoutchouc et de téribenthine; cela donnera plus de souplesse, empêchera l'eau de pénétrer entre les feuilles et la rouille de se former.

Les articulations des attaches des ressorts s'usent très rapidement : les trous s'ovalisent et les axes se coupent; le résultat est un bruit de ferraille produit par la suspension lorsque la voiture roule; tous les constructeurs ont cherché à y remédier : les axes furent augmentés en diamètre et en longueur de portée, en employant des ressorts et des jumelles plus larges. Le pli formé par l'extrémité de la lame d'acier enroulée en rouleau est une des principales causes de l'usure de cet axe; la maison Lemoine avait déjà, pour les voitures de luxe à

chevaux (avant que l'on parle d'automobiles) construit des ressorts avec douille en caoutchouc durci ou en bronze extra-dur, placée à l'intérieur des rouleaux ; en construction automobile on a suivi cet exemple, on emmanche à la presse une bague

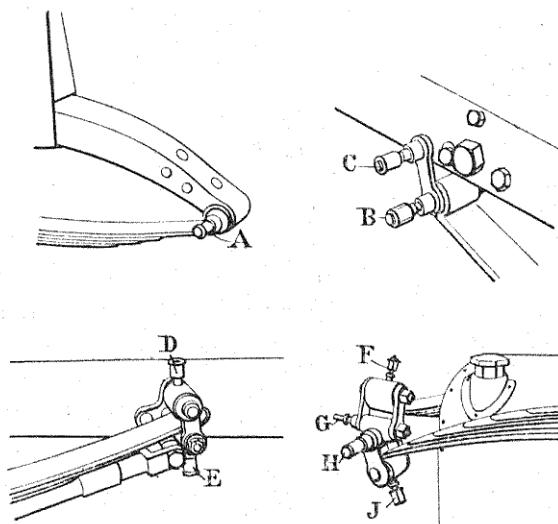


Fig. 44. — Graissage des articulations des ressorts : A, avant de ressort avant ; B et C, arrière de ressort avant ; D et E, avant de ressort arrière ; F, G, H et J, arrière de ressort arrière, avec montage à trois ressorts.

A (fig. 23) en bronze spécial (genre Delta ou manganophosphoreux) ou même en acier trempé ; un trou B permet le graissage, mais il faut que ce trou soit fermé en marche, car autrement la poussière ou la boue s'y accumule ; non seulement on ne peut plus graisser, mais la bague et l'axe sont mangés en

très peu de temps par le rodage produit par cette poussière. La douille A (fig. 23) a encore un autre avantage : lorsque par un long travail le trou s'est ovalisé, on n'a qu'à remplacer cette bague, tandis qu'il fallait remplacer le ressort quand la même usure s'était produite dans l'œil du rouleau. Beaucoup de constructeurs mettent des petits graisseurs ; dans ce cas, le meilleur lubrifiant est la graisse consistante qui empêche l'introduction de la poussière sur les côtés ; la fig. 44 montre toutes les articulations des ressorts d'une voiture, ayant chacune un petit graisseur Stauffer. Ces graisseurs doivent être solidement montés et avoir une bonne base de fixation, sans cela ils se coupent au collet et on les perd en route. Ce graissage donne un petit surcroît de travail au mécanicien, mais il est grandement gagné par une plus longue durée de toute la suspension et par le plaisir que l'on a de rouler dans une voiture dont les ressorts ne ferraillement pas.

Nous parlerons maintenant des suspensions spéciales : la figure 45 représente la suspension *Stabilia*, avec laquelle le surbaissement du châssis est poussé à l'extrême ; les ressorts sont franchement placés au-dessus du châssis, tout en conservant la même distance entre les organes et le sol que dans les autres voitures. Si la partie mécanique reste à la même hauteur, par contre le châssis, la carrosserie et les voyageurs sont plus bas ; le centre de gravité étant ainsi plus près de terre, on obtient une plus grande stabilité. Comme avantage on

peut encore signaler que l'ensemble de la voiture offre moins de résistance à l'air, et l'on peut employer des roues de grand diamètre sans que cela n'élève davantage la voiture du sol. Dans les en-

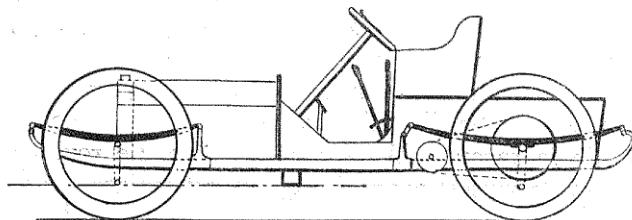


Fig. 45. — Châssis surbaissé avec suspension Stabilia.

gagements de la grande course du Circuit de la Sarthe (juin 1906) se trouvait une voiture munie d'une suspension Stabilia ; les essais de cette voiture au point de vue *suspension et stabilité*, avaient été satisfaisants.. La figure 46 montre une disposi-

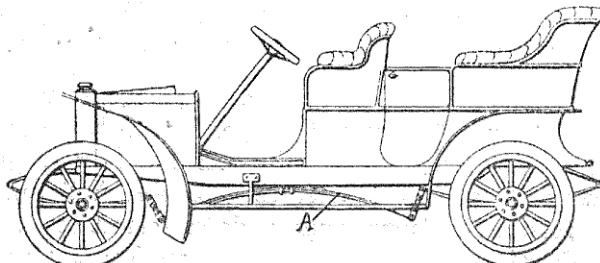


Fig. 46. — Suspension avec grand ressort intermédiaire.

tion de ressorts brevetée par la Maison Darracq. Les extrémités des ressorts placées vers le milieu de la voiture au lieu d'être fixées par des jumelles

aux supports ordinaires, sont reliées par une double articulation à un grand ressort central A attaché vers le milieu des longerons comme on le voit sur la figure. MM. Turcat et Méry ont fait breveter un dispositif à balancier que l'on voit fig. 47, qui donne au châssis une grande liberté de mouvement par rapport aux essieux et permet au constructeur de distribuer la charge sur chacun de ceux-ci de la façon qu'il juge convenable. Le rouleau avant du ressort avant A (fig. 47) est maintenu par

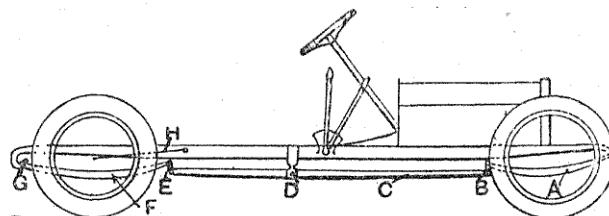


Fig. 47. — Suspension avec balancier intermédiaire.

une main ordinaire fixée au châssis, le rouleau arrière de ce même ressort est relié à un balancier rigide C, à l'aide d'une articulation B; la deuxième extrémité de ce balancier est articulée à l'avant du ressort F; l'autre rouleau de ce ressort est fixé au châssis par un axe G muni de jumelles. La ligne H indique la tige de poussée ou le tendeur de chaîne attaché à un axe fixe du châssis. Le balancier C est articulé en D dans un support dont la position sur le longeron du châssis détermine la répartition de la charge totale sur les deux essieux. Ce genre

de balancier que nous reverrons dans les voitures à trois paires de roues est depuis longtemps employé sur les locomotives et sert de même à répartir le poids sur les essieux d'une manière bien déterminée. Lorsque la roue avant attaque un dos d'âne : le ressort A entraîne le balancier C qui transmet une partie de la réaction au ressort arrière F, lequel vient ajouter son travail à celui du ressort avant et le châssis reste presque horizontal.

Il a été construit une variante de cette suspension, dans laquelle le balancier C, toujours articulé en D, au lieu d'être rigide comme dans la fig. 47, possède une certaine élasticité, sans égaler celle des ressorts, les chocs subis par une extrémité se trouvent fortement amoindris avant d'être transmis à l'autre bout du balancier.

Il y a quelques années, la maison Panhard-Levassor montait à l'avant de ses voitures de course un seul ressort transversal dans le but de dégager complètement l'avant et de gagner du poids; l'essieu portait, à la partie supérieure des pivots de braquage, des douilles servant à recevoir les axes d'articulation des jumelles du ressort transversal, celui-ci n'étant fixé au châssis qu'en son milieu; deux trous pratiqués dans le corps de l'essieu, recevaient les extrémités articulées de bielles fixées au châssis d'autre part. L'idée du ressort transversal fut reprise depuis par la *Motor Vehicle Company*, de Chicago, mais le but était autre; reconnaissant les qualités de souplesse des ressorts à pincettes et voulant éviter le défaut que présen-

tent ces ressorts, c'est-à-dire le peu de résistance qu'ils offrent dans le sens transversal de la voiture, cette maison a, pour ainsi dire, consolidé le montage à pincettes par le ressort transversal

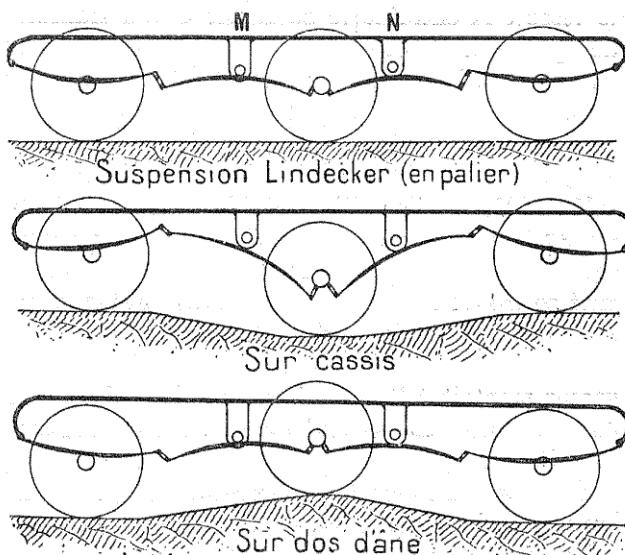


Fig. 48.—Châssis à trois paires de roues muni d'une suspension Lindecker sur sol inégal.

qu'elle emploie soit à l'avant, soit à l'arrière fixé au milieu d'une traverse du châssis; les extrémités de ce ressort transversal glissent sur des patins trempés ou bien sont fixées à des jumelles. Les voiturettes Sizaire et Naudin portent également un ressort transversal à l'avant.

Dans la suspension Marion, le ressort avant est à pincettes avec mains à l'anglaise ordinaires et celui arrière est à double crosse avec jumelles ; la particularité de cette suspension est l'adjonction d'un petit ressort supplémentaire qui entre en travail lorsque la grande pince s'est affaissée d'une certaine quantité.

La suspension sur trois paires de roues, qu'avait déjà employée le colonel Renard pour les véhicules

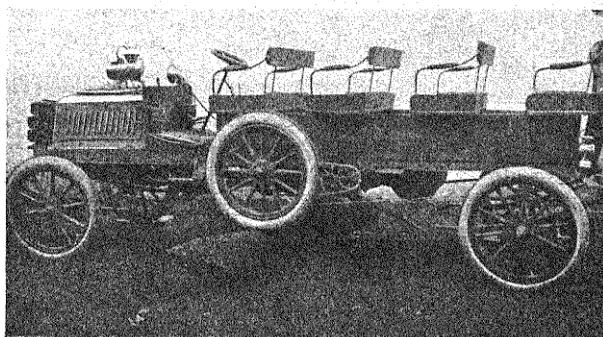


Fig. 49. — Char-à-bancs, muni d'une suspension Lindecker, passant sur un tronc d'arbre.

composant le train sur routes portant son nom, a été essayée par quelques constructeurs. Si dans une voiture à six roues, on n'emploie pas de dispositif à balancier, on obtient de grandes irrégularités dans la répartition de la charge sur les essieux, irrégularités nuisibles à la douceur de la suspension, car le poids supporté par chaque essieu varie suivant la flexion du ressort correspond-

dant et les dénivellations de la route, tandis que dans une voiture à quatre roues ordinaire, la charge supportée par chaque essieu est toujours en raison

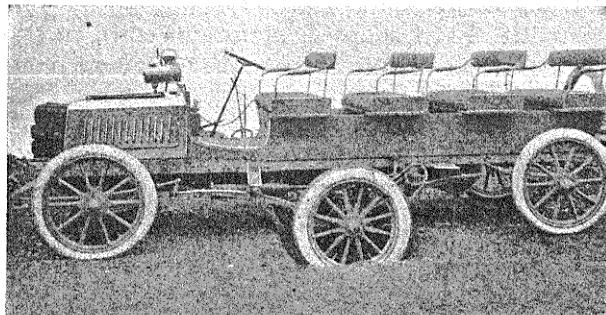


Fig. 50. — Char-à-bancs avec suspension Lindecker passant dans un caniveau profond.

inverse de la distance du centre de gravité de la partie suspendue à chacun de ses essieux. L'adjonction d'un seul balancier, de chaque côté, permet

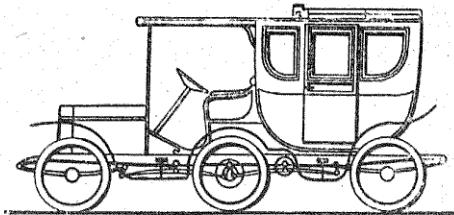


Fig. 51. — Grande limousine trois-quarts à six roues avec suspension Lindecker.  
*La Vie Automobile*

déjà de répartir le poids total d'une façon déterminée, mais la suspension n'est pas encore parfaite ; le modèle à deux balanciers inventé par le capitaine

de génie Lindecker (fig. 48) permet d'augmenter la longueur des voitures tout en conservant l'avantage des voitures courtes; l'essieu du milieu porte les roues motrices; et les essieux extrêmes sont munis des quatre roues directrices; les ressorts ordinaires à rouleaux des essieux extrêmes sont fixés par des jumelles aux ressorts intermédiaires soutenus par l'articulation des supports M N rivés au châssis, l'autre extrémité de ces ressorts intermédiaires est

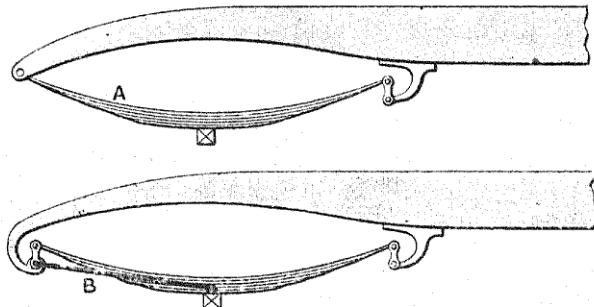


Fig. 52. — Suspension de sûreté Poulain.

reliée à l'essieu central moteur. Les principaux avantages de ce dispositif sont : une meilleure répartition de la charge, la facilité de virage donnée par les 4 roues directrices et la quasi-suppression du dérapage. Les fig. 49 et 50 montrent un char-à-bancs et la fig. 51 une confortable voiture de voyage, pourvus d'une suspension Lindecker.

Nous citerons, pour terminer ce chapitre, quelques dispositions spéciales.

Généralement le ressort avant est fixé au châssis comme on le voit en A (fig. 52); il arrive quelque-

fois que le boulon du milieu du ressort, assemblant les lames et dont la tête sert à maintenir en position l'essieu, se casse; l'essieu glisse et la roue change de direction, ce qui peut amener de graves accidents; pour obvier à cet inconvénient, M. Poulin propose de monter le ressort avant à double jumelle comme on le voit en B et de relier le châssis à l'essieu par une barre rigide, articulée à ses extrémités.

Parmi les suspensions avant spéciales, citons la suspension Maybach qui fut employée pour les Daimler : les deux ressorts avant, de forme ordinaire, sont montés inversement à ce que l'on fait ordinairement, c'est-à-dire la partie concave des lames est tournée vers le sol, comme le ressort transversal d'une suspension à trois ressorts; ils reposent sur l'essieu par une extrémité (endroit habituel du rouleau); l'autre extrémité est reliée au châssis par l'intermédiaire d'une main et le poids de la voiture porte au milieu du ressort par une chape fermée et fixée au châssis, dans laquelle peut jouer le ressort; cette chape porte plus bas une articulation où est attachée de chaque côté une bielle reliée à l'essieu ; ces bielles maintiennent celui-ci en place dans le cas de bris d'un ressort.

Pour donner plus de souplesse aux ressorts avant, on remplace quelquefois la main arrière par un demi-ressort comme on le voit sur la fig. 53; ce genre de montage doit être très bien fait, si l'on veut qu'il offre la même sécurité qu'une main ordi-

naire. Une de nos grandes maisons d'automobiles a, il y a quelque temps monté à l'arrière de voitures un peu lourdes, deux ressorts de chaque côté: le supérieur était monté comme ordinairement avec des jumelles et des mains, le deuxième beaucoup plus bas, n'était fixé qu'à l'essieu, ses extrémités recourbées, comme celles des ressorts formant glissières, pouvaient s'appuyer sur des plaques en acier fixées sous le châssis : lorsque la voiture est faiblement chargée, le ressort du haut seul agit; si la



Fig. 53. — Main arrière de ressort avant, élastique.

charge est plus grande, celui-ci s'affaisse et il arrive un moment où le ressort inférieur vient en contact avec le châssis et travaille simultanément avec le premier; cette disposition employée sans amortisseur de chocs, a l'inconvénient de faire du bruit.

Pour éviter la rupture des ressorts qui se retournent, plusieurs dispositifs, à part toute la série d'amortisseurs, ont été inventés; parmi les principaux il y a le double étagement des lames employé dans la construction des ressorts Hannoyer; cette suspension appelée anti-choc au retour (A.C.A.R.) consiste à placer, sur le dessus de la mâtresse-feuille d'un ressort ordinaire, quelques lames plus courtes ayant une bande inverse, c'est-à-dire, que si l'on démonte un tel ressort, la mai-

tresse-lame et les lames inférieures ont leur concavité tournée vers le haut, tandis que les lames placées au-dessus de la maîtresse feuille présentent leur cintre vers le bas; un autre montage consiste à placer les lames (deux ou trois) à bande inverse sous le ressort principal, elles sont fixées au centre par le boulon d'assemblage ordinaire et leurs extrémités portent des étriers, formés de deux axes et de deux jumelles, qui enserrent, sans bridage, la maîtresse-lame, donnant ainsi une certaine tension aux lames anti-choc; ces suspensions adoucissent les réactions et régularisent les oscillations de la voiture, mais la fragilité du ressort n'est pas diminuée. Dans la suspension *Intyre*, le ressort est double et comprend un ressort à rouleaux ordinaires et un autre à col de cygne des deux bouts; ils sont reliés tous deux en leurs milieux et à leurs extrémités s'articulent aux mêmes jumelles.

On a essayé aussi les ressorts à boudins ou d'autres formes : comme, par exemple, le ressort C. L. Thomas, qui se compose d'une lame plate ne servant qu'à donner de la rigidité dans le sens transversal, et du ressort proprement dit formé d'une tige ronde en acier s'articulant aux jumelles comme un ressort ordinaire; près de l'essieu, cette tige est repliée pour former une double spire, fournant l'élasticité à l'ensemble. Quelques constructeurs ont aussi fait appel à l'air comprimé pour avoir une parfaite suspension, parmi ceux-ci, citons le dispositif Twombly où un coussin rempli d'air à haute pression est interposé entre le ressort et

l'essieu, et la suspension R. Taverne où les ressorts métalliques sont complètement supprimés et remplacés par des cylindres étanches remplis d'air comprimé, dans lesquels se déplacent les pistons dont les tiges sont fixées au châssis.

## CHAPITRE III

---

### Essieu avant

Presque toujours l'essieu avant est forgé en fer doux de qualité supérieure, dont la résistance est d'environ 35 à 40 kilogs avec un allongement de 25 à 27 %, les coudes et les patins sont enlevés directement dans la masse, très rarement ces derniers sont soudés; les deux têtes sont généralement forgées séparément avec un peu plus de la moitié du corps rond du milieu, puis après usinage des extrémités les deux parties sont soudées à l'essieu réglé de longueur.

On construit aussi des essieux dont les extrémités seules sont forgées ou coulées en fonte malléable acierée, et sont reliées par un tube; très rarement tout l'essieu est coulé (quoique cela s'est fait et se fait encore) soit en acier soit en bronze spécial.

Afin de diminuer le poids, on emploie aussi l'acier corroyé, l'acier doux à faible teneur de nickel, l'acier demi-dur recuit et pour certains essieux creux, destinés aux voitures de course, des aciers à teneur de nickel et de manganèse dont la résistance est de 95 à 100 kilogs par millimètre carré avec un allongement de 14 à 15 pour cent, et dont la limite d'élasticité est atteinte vers 80 kilogs; ces aciers ne sont pas soudables, et l'essieu doit être forgé d'une seule pièce.

Les fusées (portées des moyeux) sont toujours cémentées et trempées, lorsqu'elles ne sont pas munies de roulements à billes; pour éviter la rupture, il faut les faire en fer de Suède, des Landes, de Ponteux ou en Lancashire; la trempe ne doit exister qu'à la surface et sur une très faible épaisseur de façon à laisser au métal toutes ses qualités de souplesse et d'allongement, de plus pour éviter l'usure et obtenir un roulement très doux il faut que la portée soit excessivement dure et très polie; l'extrémité de la fusée se termine par un filetage dont le pas est incliné différemment suivant le côté de la voiture: pas à gauche pour le côté gauche, pas à droite pour le côté droit; cette disposition a été adoptée de façon à ce que la roue se coinche petit à petit, plutôt qu'elle ne s'échappe de l'essieu lorsque la goupille qui maintient l'écrou du bout de la fusée a été oubliée ou s'est cisaillée.

Les moyeux sont en acier doux estampé, quelquefois, mais rarement, en bronze, en fonte malléable ou en acier coulé; l'intérieur est garni d'une fourrure en bronze dur emmanchée à force (fig. 57 et 58), et la portée est rodée sur la fusée; une chambre H, de dimension aussi grande que possible est ménagée près du collet de la fusée pour servir de réservoir d'huile et une rondelle de cuir J, bien encastree, rend le moyeu étanche. Les disques et contre-disques qui serrent les rais des roues sont la plupart du temps, concaves pour mieux maintenir la partie centrale des rais. Il arrive souvent que dans les moyeux fondus ou de métal de qua-

lité inférieure, les chocs de la route font casser les joues des disques, il est donc à recommander de n'employer que de l'acier très doux de première qualité. On tend de plus en plus à remplacer les moyeux à frottement lisse par des moyeux à roulements à billes (rarement à rouleaux), qui ont un rendement supérieur de 8 à 10 p. % sur les pre-

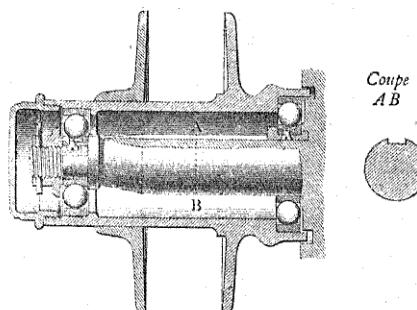


Fig. 54. — Moyeu avec roulements à billes ordinaires.  
miers. La figure 65 représente un essieu avec moyeux à rouleaux coniques, et les figures 54 à 56 nous montrent les principales dispositions adoptées dans les moyeux à roulement à billes.

Les moyeux à rouleaux cylindriques ne donnent un rendement parfait, que lorsque les axes des rouleaux sont bien parallèles à l'arbre; toute obliquité entraîne un frottement supplémentaire, rendant le rouleau inférieur à la bille. Dans les roulements à cuvettes (fig. 55, 61, 64), l'obliquité des charges sur les billes est une cause d'usure; les chemins de roulement s'écaillent sous le glissement des billes qui se détériorent; de plus leur

bruit est plus intense que celui des roulements ordinaires (fig. 54, 59, 69, 70), qui sont adoptés maintenant par tous les constructeurs.

Dans la disposition de la fig. 54 les billes ne peuvent supporter aucun effort transversal, le jeu latéral du moyeu est réglé par un écrou goupillé comme dans les moyeux à fourrure de bronze;

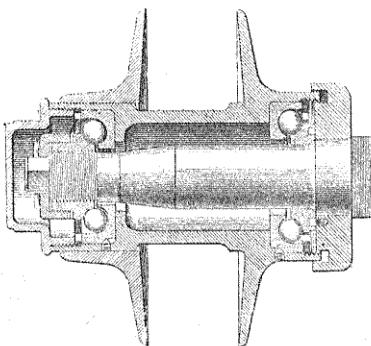


Fig. 55. — Moyeu avec roulements à billes à cuvettes.

dans le type suivant (fig. 55) les billes roulent dans des cuvettes semblables à celles employées dans la construction des moyeux de bicyclettes, ici les billes, tout en supportant la charge, maintiennent le moyeu dans le sens latéral; le réglage, qui demande beaucoup de soins et de pratique, se fait par le cône de roulement extérieur qui est vissé sur l'extrémité de la fusée, et est immobilisé par une clef de sûreté arrêtée par une goupille. La figure 56 montre le moyeu Hoffmann dans lequel deux groupes de billes C et D portent la charge et deux

autres, E, sont disposés pour les réactions latérales. La partie centrale, A, du roulement à billes est percée d'un trou conique dans lequel s'ajuste exactement la fusée L de l'essieu, un écrou B produit le coinçement du cône et la liaison des deux pièces, en démontant cet écrou, la roue complète peut se retirer sans toucher aux billes, celles-ci sont, de plus, maintenues dans des cages en bronze phosphoreux, ce qui les empêche de tomber et en tournant, elles ne frottent pas les unes contre les au-

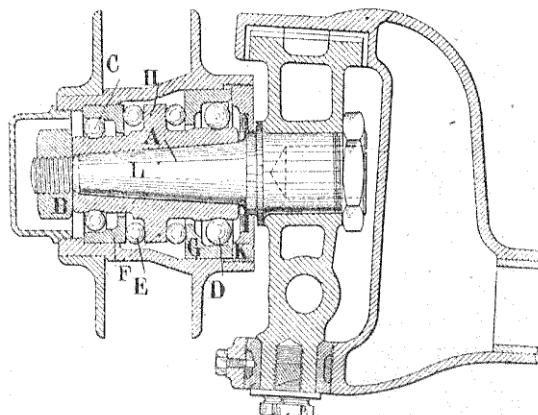


Fig. 56. — Moyeu avec roulements à billes Hoffmann.

tres; les cages sont centrées de façon à ce qu'elles ne touchent ni à la pièce intérieure A, ni à celle extérieure; les roulements E, qui maintiennent le jeu latéral portent d'un côté sur une couronne H faisant partie de la pièce A, et d'autre part sur les faces des cuvettes F et G des roulements extrê-

mes; le réglage se fait, la roue démontée, par l'écrou K qu'une petite vis tient immobile.

Si l'on envisage la forme du corps des essieux pour les classer, on remarque les essieux à corps rapportés, généralement en tubes, et les essieux forgés à corps creux (percés) ou à corps profilés (rond, polygonal, méplat, plein ou évidé comme un I romain, etc.); mais la classification se fait plutôt d'après la forme et la disposition de leurs articulations, ce qui nous donne cinq principales catégories :

- 1° Essieux à chevilles renversées;
- 2° Essieux à double bain d'huile;
- 3° Essieux à chapes fixes;
- 4° Essieux à chapes mobiles;
- 5° Essieux dont le pivot est placé dans le moyeu sur la verticale (ou à peu près) du point de contact de la roue sur le sol.

Pour éviter le coincement du pivot, ce qui donne du dur au mouvement de direction, les constructeurs ont cherché à diminuer le plus possible le porte-à-faux entre le point d'application de l'effort et le centre du pivot, pour cela ils inclinent la fusée, donnant ainsi un certain *dévers* à la roue. (Dans les voitures attelées, le *dévers* combiné avec l'*écuanteur* donnaient plus de solidité à la roue; mais avec les roues d'automobiles construites sans écuanteur, le dévers de la roue avant facilite le pivotage, produit une réaction vers l'intérieur du châssis, c'est-à-dire pousse le moyeu vers le ressort, et pour l'ensemble des roues contente l'œil.)

*Essieux à chevilles renversées.* — L'essieu à chevilles renversées (fig. 57) ne se construit plus; ce fut un des premiers modèles que l'on monta sur

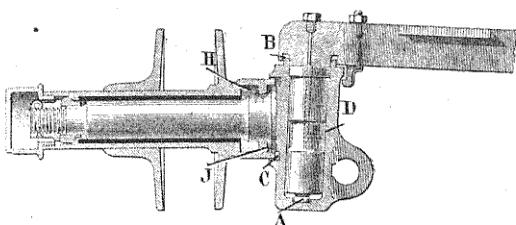


Fig. 57. — Fusée d'essieu à cheville renversée.

les automobiles et on ne le trouve plus que sur quelques vieux tacots; l'articulation pivote sur un grain d'acier A et est toujours graissée par l'huile, qui remplit la chambre D, lubrifiant ainsi tout le pivot; une rondelle en cuir placée dans la gorge B empêche l'huile d'être projetée à l'extérieur. Les inconvénients de ce genre d'essieu sont : l'énorme porte-à-faux qui ne peut être réduit, le frottement du pivot et la position élevée des patins de fixation des ressorts de suspension par rapport à l'axe de la roue, ce qui place le châssis à une grande hauteur du sol.

*Essieux à double bain d'huile.* — L'essieu à double bain d'huile (fig. 58) ne se construit plus maintenant, c'était le modèle courant adopté il y a quelques années; dans ce type le porte-à-faux peut être très réduit, comme on le voit sur la figure; de plus le pivotement est plus doux que dans le modèle précédent; en A est le grain de butée supportant

toute la charge, l'effort du renversement du pivot agit sur le pivot A et la bague métallique B; la hauteur de la butée se règle par la vis D et la gouille de son écrou, de façon que la rondelle de cuir C soit à peine serrée, juste ce qu'il faut pour empêcher l'huile de s'écouler. Dans ce modèle, la pièce E

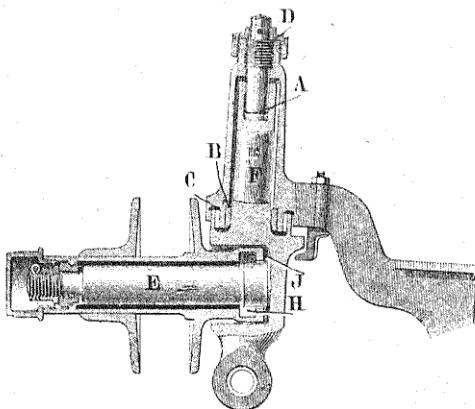


Fig. 58. — Fusée à double bain d'huile.

F, portant la fusée et le tourillon est forgée d'un seul bloc et travaillée presque partout, c'est la partie la plus chère de l'essieu; aussi quelques constructeurs rapportent la fusée dans un logement conique pratiqué dans le tourillon, comme on peut le voir fig. 60, ce montage est plus économique, quoique augmentant légèrement le porte-à-faux. La figure 59 montre un essieu à double bain d'huile extraléger, le corps est en tube d'acier et porte, brasées en A, les assises pour les ressorts. Rappelons que

tous les essieux portant des parties brasées doivent avoir ces liaisons très bien ajustées et exécutées avec soin, car l'on sait que les trépidations de la route ont vite fait de disloquer un mauvais assemblage ou une mauvaise brasure; donc les em-

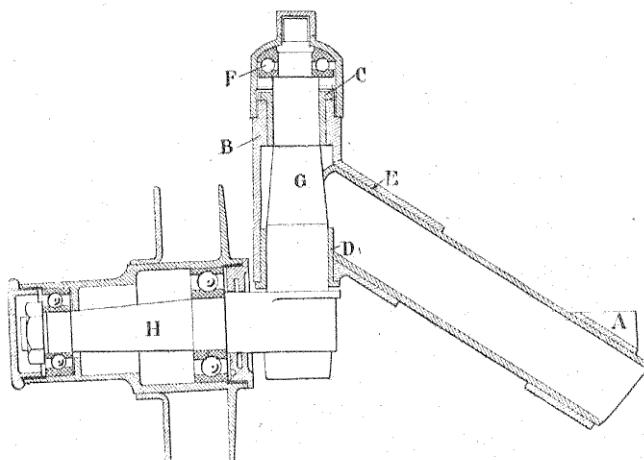


Fig. 59. — Tête d'essieu, genre double bain d'huile, montée à billes.

manchements comme celui en E (fig. 59) devront être excessivement justes, goupillés et brasés minutieusement; le tourillon G est maintenu par les bagues en bronze dur C et D et la charge repose sur le roulement à billes F, le moyeu est également très léger et roule sur billes. L'essieu représenté fig. 60 est un modèle de simplicité et de légèreté: le corps J est en tube d'acier étiré sans soudure, il porte à ses

extrémités les pièces F en acier coulé; la fusée A qui est une simple pièce de décolletage est fixée par un cône dans le pivot D en acier estampé, lequel est maintenu par les roulements à billes E

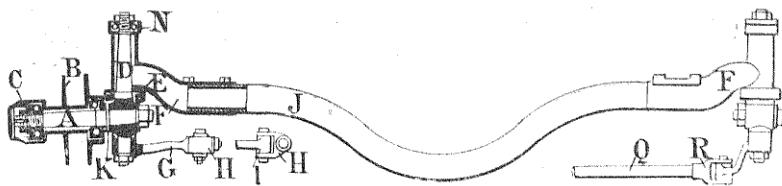


Fig. 60. — Essieu, genre double bain d'huile, à corps central en tube et à fusées rapportées.

et N; les moyeux roulent également sur billes, en K est le cône fixe et en C le cône de réglage; le levier de commande de direction, G, est claveté simplement sur le prolongement inférieur du pivot D. Certains constructeurs américains fabriquent des essieux avant dont le corps et les têtes sont en bronze-mangano Parson; ce métal, paraît-il, résiste très bien à la fatigue et aux vibrations de la route, il peut supporter de grandes charges et de violents chocs sans déformation permanente; le prix d'un tel corps d'essieu tout usiné est d'une cinquantaine de francs; ce prix ne peut être mis en concurrence avec celui des essieux forgés qui est deux ou trois fois supérieur. La fig. 61 représente un de ces essieux américains, la pièce C, portant la fusée et le tourillon, est en acier forgé ou estampé, elle est maintenue verticalement par la bague en bronze phosphoreux A, et par le roulement à billes B, qui supporte

aussi la charge; le moyeu, monté sur billes, est en acier coulé et le contre-disque, D, en acier doux estampé; le chapeau de roue E est en laiton estampé; un carré conique F, faisant partie de la pièce C, est destiné à recevoir le levier de direction, lequel une fois en place est retenu par une rivure produite par l'écrasement de G; le corps H est en bronze;

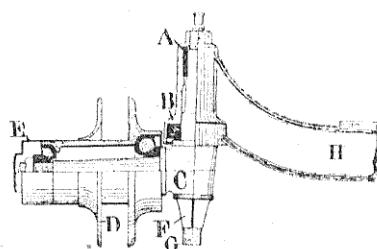


Fig. 61. — Essieu en bronze-mangano Parson.

cet ensemble est un des plus économiques que l'on puisse concevoir.

*Essieux à chapes fixes.* — Dans l'essieu à chapes, soit que celles-ci appartiennent au corps ou bien aux fusées, la portée du moyeu est toujours mieux tenue que dans les types précédents, il n'y a, pour ainsi dire, plus de rupture de pivot à craindre comme dans les modèles à chevilles renversées ou à double bain d'huile; souvent même, il n'y a pas d'axe ou de broche d'assemblage, comme on le voit fig. 62, représentant un essieu Lemoine à corps creux rapporté, avec chapes très légères, fraîsées en T; les patins des ressorts placés au-dessous de l'axe des fusées, permettent d'avoir un châssis de

voiture très bas; l'articulation est maintenue à la partie inférieure par une bague métallique et en haut par un roulement à billes.

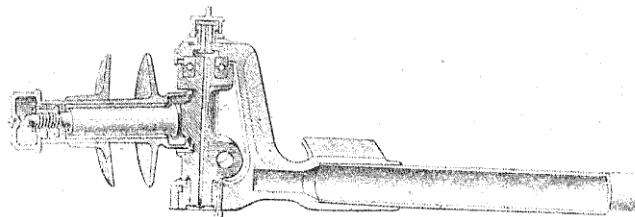


Fig. 62. — Essieu à chape fixe, à corps creux rapporté.

La fig. 63 représente l'extrémité de l'essieu des

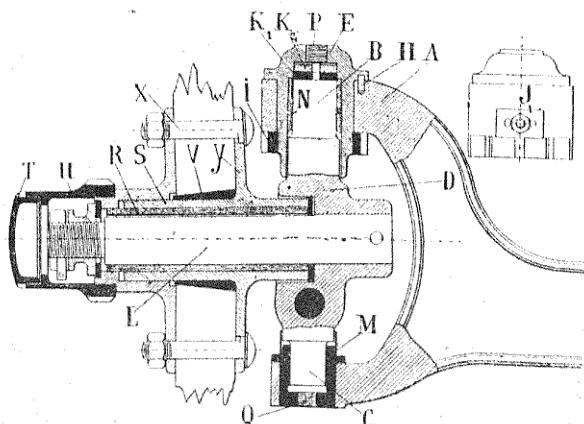


Fig. 63. — Essieu à chape fixe, des voitures 15 chevaux de Dion Bouton.

voitures 15 chevaux de Dion-Bouton; la fusée L est emmanchée à la presse hydraulique dans une

pièce D portant deux tourillons B et C, que l'on introduit obliquement dans les trous de la chape A, un chapeau E, que l'ergot H empêche de tourner, maintient en place la pièce D; un écrou I immobilisé par le frein d'arrêt J fixe le chapeau E dans son logement; la charge repose sur les roues par l'intermédiaire des rondelles en acier trempé K<sub>1</sub> et K<sub>2</sub>; la pièce M et la bague N sont les portées du

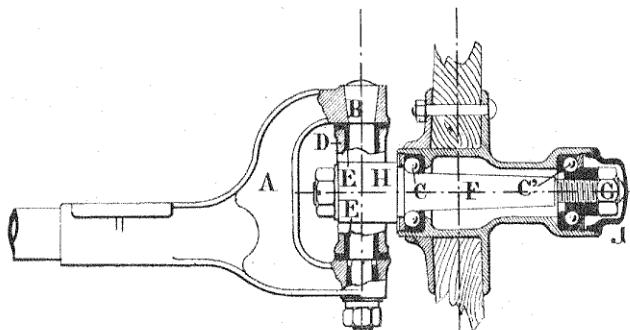


Fig. 64. — Essieu à chapes fixes, avec pivot et fusée rapportés.

tourillon, elles sont lubrifiées par des graisseurs à pression placés en P et Q; le moyeu S est muni d'une bague en bronze R emmanchée à force, tourillonnant sur l'axe L cémenté et trempé; un plat est pratiqué à la partie supérieure de cet axe pour répartir l'huile. Dans cet essieu, le plan de la roue, tout en restant dans le milieu de la portée R, est près de l'axe d'articulation ; ce montage donne donc très peu de porte-à-faux.

La fig. 64 montre un essieu tubulaire de voiture

légère; le corps central en tube d'acier étiré porte à chacune de ses extrémités une chape A, traversée par un axe B, servant de pivot à une douille D munie, sur le côté, d'un renflement H où se trouve emmanchée et fortement bloquée par un écrou goupillé la fusée F; la douille pivotante est garnie intérieurement de deux bagues en bronze E et E', dont le graissage est assuré par un Stauffer vissé à l'extrémité supérieure de l'axe B, la graisse consistante descend par un trou formant canal, percé au centre du tourillon et qui vient déboucher dans une chambre entre les deux bagues E, la lubrification du pivot est ainsi assurée. Les moyeux sont à billes, deux roulements C et C' y sont disposés. La fusée F forme à sa base le cône de roulement des billes C, l'extrémité libre de la fusée est filetée et porte un deuxième cône G maintenu en place par un écrou goupillé; le bouchon de roue J ferme hermétiquement le moyeu, contient l'huile nécessaire au graissage et met les roulements à l'abri de la boue et de la poussière.

L'essieu représenté fig. 65 est du même type, mais à rouleaux; la douille D est allongée le plus possible afin d'éviter une trop grande fatigue aux bagues E et E'; la lubrification du pivot B par le graisseur J est clairement indiquée, on voit le canal central et les pattes d'araignée répartissant la graisse aux deux portées, les moyeux portent, au lieu de roulements à billes des rouleaux coniques qui roulent sur des chemins appropriés en acier trempé, les intérieurs sont solidaires de la fusée et les extérieurs

du moyeu; ce dispositif plus cher, car il est plus difficile à construire, que les roulements à billes, n'offrent aucune supériorité sur ces derniers. La fig. 66 nous montre une autre disposition de moyeu,

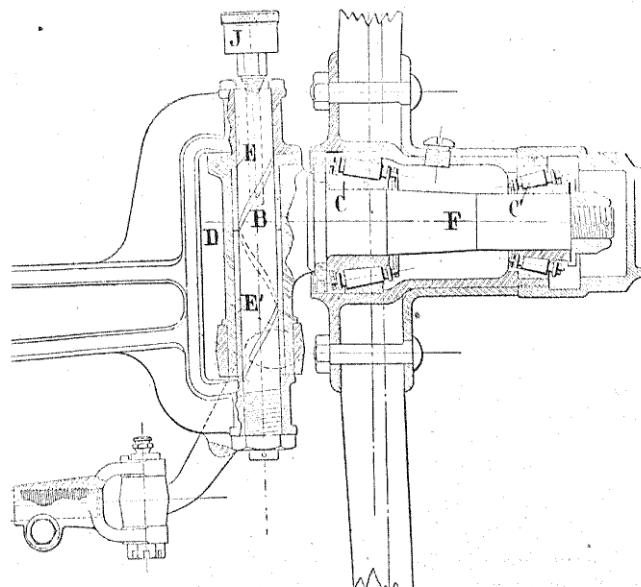


Fig. 65. — Essieu à chapes fixes avec moyeu à rouleaux.

la roue est placée le plus près possible du pivot; les cônes et les cuvettes des roulements à billes sont rapportés, le moyeu et son disque sont en tôle d'acier emboutie, ce modèle de moyeu est plus léger que les types courants.

La figure 67 montre une disposition particu-

lière construite dans le but d'obtenir une direction très douce; la fusée A est creuse, et porte sur le côté en B la douille logeant le pivot C tourillonnant dans deux bagues en bronze, une en haut et l'autre en bas, comme dans le montage ordinaire. Cette disposition dans laquelle l'axe géométrique de la fusée ne se rencontre pas avec l'axe

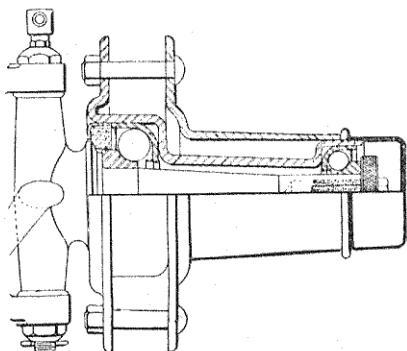


Fig. 66. — Moyeu en acier embouti.

géométrique du pivot, est connue sous le nom de *moyeux déportés* et est employée par plusieurs constructeurs, surtout par ceux employant des fusées rapportées; ce montage permet le rapprochement du plan de la roue et de l'axe de pivtement, ce qui diminue le porte-à-faux et augmente l'angle de braquage. La fusée creuse A porte deux roulements à billes ordinaires, le premier D est situé d'un côté et à l'intérieur, et le deuxième E à l'autre extrémité et à l'extérieur; le moyeu H, de forme spéciale repose directement sur le roulement à billes E; sur

la joue K de ce moyeu est rivé, en G, une tige F qui supporte l'autre roulement à billes D; un chapeau J que l'on peut enlever lorsque la roue est braquée, recouvre l'écrou L qui maintient le moyeu en place, ce chapeau, comme dans une roue ordinaire, contient l'huile de graissage et protège les roulements à billes de la boue et de la poussière.

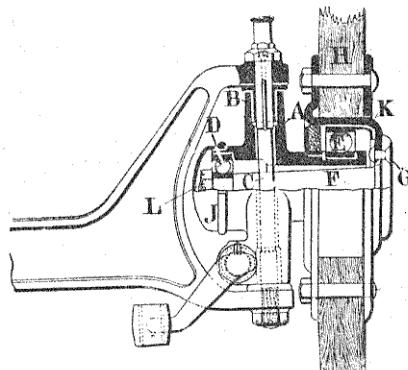


Fig. 67. — Essieu à chape fixe avec moyeu déporté.

Dans le moyeu, représenté fig. 68, deux points sont à signaler: les roulements à billes et l'inclinaison du pivot. Depuis très longtemps déjà on emploie le pivot incliné, il fut tour à tour abandonné puis repris par différents constructeurs. L'inclinaison du pivot est telle que le prolongement de son axe vient rencontrer le sol au point de contact de la roue, les réactions sur la direction sont donc amoindries, comme dans le cas des moyeux avec pivot central dont nous verrons quelques modèles.

plus loin. Les chocs reçus par la roue étant transmis suivant l'axe du pivot, les organes de direction fatiguent moins de ce fait. Ce montage présente encore la particularité suivante: les roues ont toujours une réelle tendance à se mettre en ligne droite, car le moyeu pivotant autour de l'axe (soit d'un côté soit de l'autre de sa position normale) tend à descendre, mais comme la roue repose sur le sol, l'essieu est obligé, pour que le déplacement ait lieu, de soulever la voiture; si en virant, cet effort très faible, puisque le ressort se soulève seulement de quelques millimètres, vient s'ajouter à celui que l'on fait pour braquer les roues, inversement il aide à ramener celles-ci en position normale; avec une direction dont la démultiplication est bien étudiée et qui n'est pas irréversible, la disposition du pivot incliné permet au conducteur de lâcher, en ligne droite, le volant, sans crainte de voir dévier sa voiture; de plus, dans les virages, le pneumatique ne tourne qu'en un seul point de contact avec le sol, tandis qu'avec le pivot vertical il décrit un arc de cercle produisant un glissement sur le sol, préjudiciable au caoutchouc. La douille S renfermant le pivot porte à sa partie supérieure un roulement à billes L qui protège le carter K (cette butée verticale, qui transmet tout le poids à la roue se fait de quatre façons principales, soit par grain et pivot en acier trempé, soit par des rondelles en bronze dur ou en acier trempé, quelquefois même c'est le rebord de la bague qui supporte ce poids; soit par un roulement à billes comme c'est le cas (fig. 68);

soit encore par une grosse bille unique placée dans l'axe). Le bas du pivot est maintenu par une bague N en bronze, fendue longitudinalement, de forme extérieure conique, permettant ainsi le rattrapage

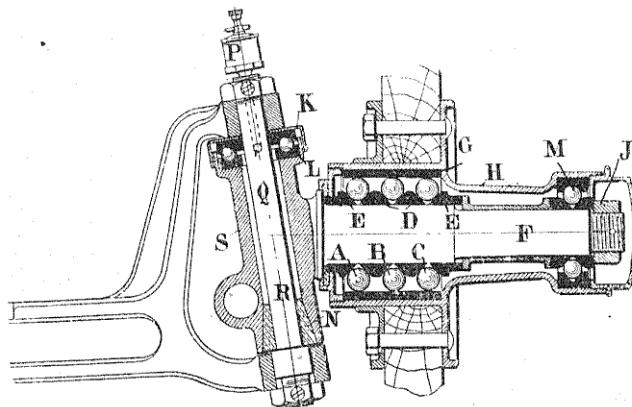


Fig. 68. — Essieu à chapes fixes avec pivot incliné.

de jeu; les cuvettes des billes L ont la section de leur gorge en forme de V, chacune donnant deux points d'appui aux billes. La lubrification du pivot R est assurée par le graisseur P, placé à la partie supérieure; l'huile, après avoir traversé un canal central s'écoule par les trous Q, placés en face du roulement à billes et se rend à la bague N. Le montage du moyeu sur la fusée se particularise par la disposition des cônes des roulements à billes qui répartissent automatiquement la charge, d'une façon régulière, sur les trois rangées de billes A, B et C; ces billes reposent sur quatre cônes: deux, D, à

double face, et deux autres, E, placés aux extrémités ; ces cônes sont libres sur la fusée F, par leur déplacement longitudinal ils jouent le rôle d'appareil compensateur ; ainsi par exemple, si les billes de la rangée A se sont un peu usées ou si un de leurs chemins de roulement s'est un peu affaissé, la charge des rangées B et C, fera glisser les cônes de ce qu'il faut pour que la rangée A entre de nouveau en action, et l'on comprend que la pression des trois rangées de billes est toujours régularisée ; dans le moyeu H est placée, avec un certain frottement (de façon à être entraînée) la douille G en acier trempé, formant le roulement extérieur des billes ; à l'autre bout du moyeu, en M, se trouve encore une autre série de billes roulant dans une cuvette en V ; un écrou J, goupillé, permet le montage et le démontage de tout le système.

*Essieux à chapes mobiles.* — Les essieux à chapes mobiles, sont adoptés de plus en plus, et à juste raison, car cette forme, non seulement permet d'écartier les portées du tourillon, mais dégage beaucoup la tête de l'essieu donnant ainsi le maximum de place, donc la plus grande facilité de montage pour les leviers de commande et de connexion de la direction ; nous citerons le modèle des voitures de 30 à 60 chevaux de la marque Bayard-Clément (fig. 69) : le corps d'essieu a est en acier estampé à profil d'I, comme dans la plupart des autres modèles, il est cintré pour laisser assez de jeu au groupe moteur, la partie inférieure est un peu en avant du plan vertical passant par l'axe du moyeu (cette dis-

position est employée par un certain nombre de constructeurs), de cette façon l'essieu est mieux placé pour résister aux chocs provenant des obstacles rencontrés par les roues. Le corps d'essieu est terminé à chacune de ses extrémités par un œil *b*, que vient recouvrir la chape *c*, faisant corps avec la fusée conique *d*. L'axe-pivot *i* est en acier nickel, il est goupillé, au centre, dans l'œil de l'essieu, et

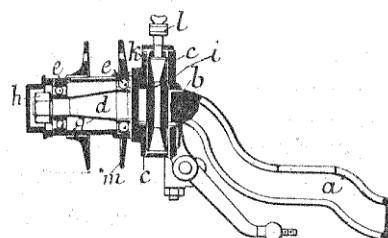


Fig. 69. — Essieu à chapes mobiles Bayard-Clément.

tourne, dans la chape, à l'intérieur de deux bagues en bronze phosphoreux *k*, dont la lubrification est assurée par le graisseur *l*; le moyeu *m*, est monté sur deux roulements à billes *e*, entretoisés par la bague *g*; un écrou *h* goupillé au bout de la fusée *d* maintient ces roulements en place.

Dans l'essieu représenté fig. 70 (un des modèles Daimler), le pivot A est également démontable; on l'entre par le côté inférieur, puis on met en place la bague B et l'écrou C; la partie du milieu de cet axe coince par son cône dans l'œil de l'essieu semblable au modèle précédent; pour faciliter le montage des leviers de direction et n'avoir que des

formes normales, sans coude, deux trous D et E sont disposés: dans le supérieur vient se fixer le

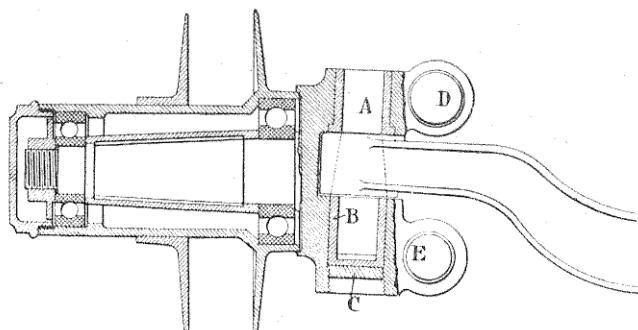


Fig. 70. — Essieu à chapes mobiles Daimler.

levier de commande et dans l'inférieur E, le levier de connexion. Dans le modèle Lemoine (fig. 71) il

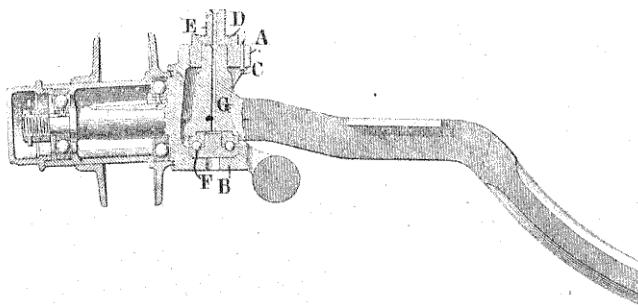


Fig. 71. — Essieu à chapes mobiles Lemoine.

n'y a plus d'axe de pivot; la chape, portant toujours la fusée, est fermée c'est-à-dire que les deux

côtés A et B sont réunis de part et d'autre par des joues C, donnant une grande rigidité à la pièce et empêchant A et B de s'ouvrir; le corps d'essieu porte à chacune de ses extrémités une tête spéciale G, dont la partie supérieure tourillonne dans le chapeau D que l'on visse et goupille dans le côté A, après avoir enfillé G dans la chape; à la partie inférieure, des billes F roulant dans des cuvettes spéciales supportent la charge et maintiennent le côté B; en E se visse un graisseur fournissant le lubrifiant nécessaire à l'articulation.

La fig. 72 représente un type d'essieu à chapes mobiles des plus simples et des plus robustes; le

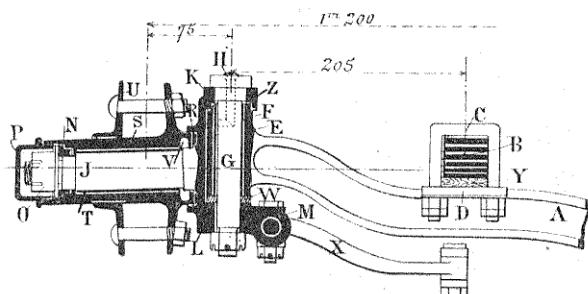


Fig. 72. — Essieu à chapes mobiles à fusée lisse.

corps A profilé en I, forgé d'une seule pièce en acier demi-dur, porte de chaque côté, en D, un patin supportant le ressort B fixé par les étriers C; le ressort n'appuie pas directement sur l'essieu, une cale en bois dur Y lui sert de sommier. A chaque extrémité du corps d'essieu se trouve une tête E, percée et

dans laquelle est emmanchée à la presse une bague F, en bronze phosphoreux. La fusée J portant la chape KL, est en fer de Ponteux (Landes); la partie J est cémentée, trempée et rectifiée; la chape vient s'asseoir sur la tête E de l'essieu et est maintenue par l'encastrement Zet l'axe Gen acier doux cémenté et trempé; cet axe est arrêté par un ergot à sa partie supérieure et une vis H est disposée pour son graissage. La rondelle W, en bronze dur, sert d'appui à la chape L et est nécessaire pour le montage, à cause de l'encastrement Z; un œil M porte le levier de connexion et de commande. Le moyeu S, en acier doux, est muni d'une douille en bronze phosphoreux T, emmanchée à force, et soigneusement rodée sur la fusée. La contreplaqué U, en acier estampé, ajustée à frottement doux, mais sans aucun jeu sur le moyeu, fixe les rais de la roue. Une chambre V sert de logement à l'huile qu'une rondelle en cuir R empêche de fuir. Le moyeu est maintenu par une rondelle en bronze N, qu'un plat, sur la fusée, empêche de tourner et par l'écrou gouillé O. Le chapeau P sert, comme d'habitude, pour le graissage et empêche la boue et la poussière de pénétrer à l'intérieur.

*Essieux dont le pivot est placé dans le moyeu, à peu près sur la verticale du point de contact de la roue sur le sol. — Ce modèle d'essieu, quoique théoriquement presque parfait, n'a pas été adopté généralement à cause de son prix élevé; le moyeu est forcément volumineux; s'il est à roulements à billes, la dimension de ceux-ci est une des*

premières causes d'élévation du prix total. Beaucoup de types ont été construits, parmi ceux-ci nous en citerons trois présentant les lignes générales qui se rencontrent dans les principaux modèles. L'essieu représenté fig. 73, a été construit spécialement pour des voitures électriques à essieu avant moteur et directeur; le moteur se montait directement sur la longue douille J et entraînait la roue par la couronne L appartenant au moyeu; la chape C, placée au bout de l'essieu et qui fait corps avec lui, est dirigée obliquement sur le côté pour laisser

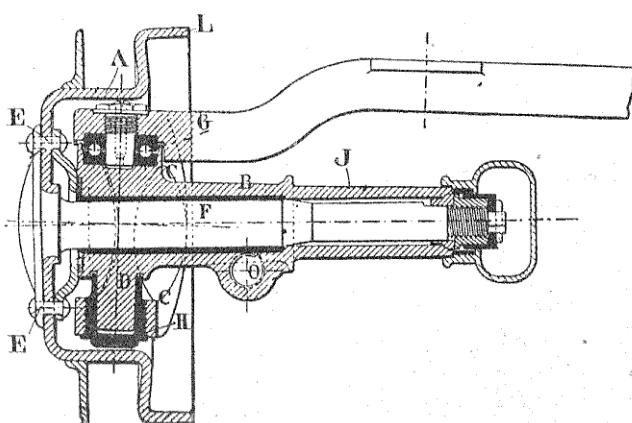


Fig. 73. — Essieu avec pivot dans le moyeu.

au tourillon D, soutenant la fusée, le jeu nécessaire à son déplacement; le moyeu A, porte rivée, en E, la fusée F, laquelle au lieu d'être fixe, comme généralement, tourne avec le moyeu; elle est logée dans une boîte B, garnie d'une douille en bronze, qui

fait partie du pivot D, lequel porte en haut un roulement à billes G et en bas est guidé par un tourillon ajusté dans le chapeau H; le levier de commande de direction se fixe dans l'œil O.

La figure 74 représente le dispositif Lemoine, qui est un des plus beaux modèles de ce genre d'essieu. Le corps d'essieu se termine à chaque extrémité par une tête A, rappelant la forme de la figure 71, qui vient s'articuler dans une boîte E formant chape par ses deux articulations B et D; à la partie infé-

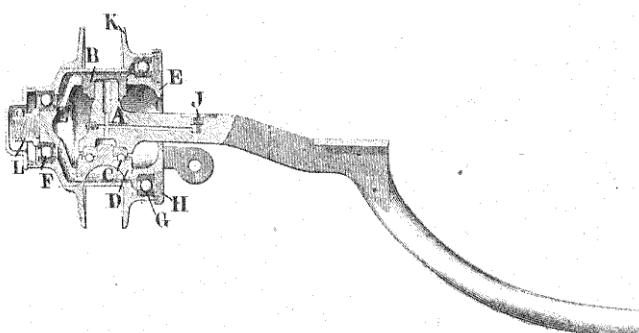


Fig. 74. — Essieu Lemoine avec pivot dans le moyeu.

rieure en C est un roulement à billes portant la charge et en haut le bouchon B guide le tourillon du pivot A. Sur la boîte E, que l'on pourrait appeler la fusée creuse de l'essieu, vient s'ajuster le moyeu K muni des roulements à billes F et G; le moyeu est tenu en place, dans le sens latéral par l'écrou L qui règle le petit roulement à billes et par la bague

filetée H maintenant l'autre côté; un graisseur monté en J fournit l'huile au pivot A.

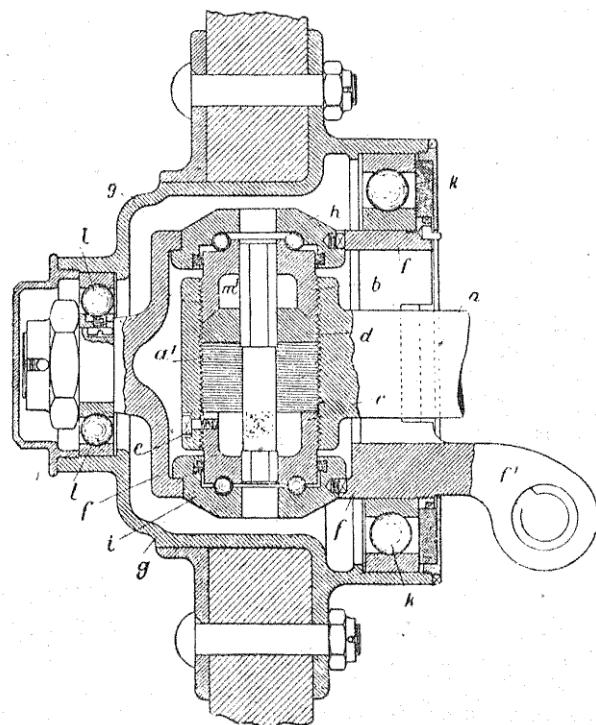


Fig. 75. — Pivot de direction Dufaux, avec axe d'articulation dans l'axe de la roue.

La figure 75 représente le pivot de direction Dufaux; le moyeu *g* tourne sur deux roulements à billes *k* et *l*; sa construction et son montage sont

à peu de chose près semblables à ceux de l'essieu figure 73, nous ne parlerons que du pivot:  $\alpha$  est l'essieu dont l'extrémité est percée d'un trou vertical taraudé  $\alpha_1$ , dans lequel sont vissées deux pièces  $b$  et  $c$  portant chacune un chemin de roulement à billes, concentriques à l'axe du trou  $\alpha_1$ ; un contre-écrou  $d$  arrête la pièce  $b$ , et une vis latérale  $e$  remplit le même but pour la pièce  $c$ ; une boîte pivotante  $f$  sert d'intermédiaire entre le moyeu  $g$  de la roue et l'essieu  $\alpha$ , cette boîte  $f$  porte deux cuvettes  $h$  et  $i$  pourvues de chemins de roulements à billes correspondants à ceux des pièces  $b$  et  $c$ ; ce sont ces deux roulements à billes qui servent de pivot de direction à la roue, la boîte pivotante  $f$  est pourvue d'un bras  $f_1$  destiné à recevoir le levier de direction. Les pièces  $b$ ,  $c$  et  $d$  ont chacune un trou à six pans, permettant de les visser ou de les dévisser, au montage une tige  $m_1$  empêche ces pièces de tourner et les maintient en place; le roulement à billes  $i$  reçoit les pressions verticales, et celui de  $b$  subit seulement les pressions latérales résultant des forces agissant perpendiculairement sur le pourtour de la roue; ce dernier est donc construit de telle sorte que, tout en étant capable de supporter les pressions verticales, il puisse principalement résister aux réactions latérales. La particularité de ce pivot repose uniquement sur la disposition de ces roulements à billes.

#### CHAPITRE IV

---

### Mouvements de direction

La direction des automobiles par essieu brisé a déjà été appliquée depuis de nombreuses années; en 1872, A. Bollée père, sur la remarque générale qu'une voiture à avant-train pivotant (cheville ouvrière) n'a pas une grande stabilité dans les virages de petit rayon, construisit un essieu directeur, dont les deux roues, commandées par des camées, pivotaient sur elles-mêmes de telle façon que les prolongements de leurs fusées venaient se rencontrer en un même point situé sur le prolongement de l'axe de l'essieu arrière moteur; tout glissement d'une des quatre roues était ainsi supprimé; la voiture reposant toujours sur un rectangle presque indéformable formé par les 4 points de contact des roues sur le sol. Depuis cette époque, presque toutes les directions des voitures automobiles ont été construites sur la même idée, c'est-à-dire que pour toutes les positions de braquage, si l'essieu avant est directeur (fig. 76) l'intersection des prolongements des deux fusées avant doit toujours se trouver sur la ligne O X (prolongement de la ligne reliant les deux points de contact des roues arrière avec le sol); quelques rares constructeurs ont fait l'essieu arrière directeur, dans

ce cas (fig. 77), l'intersection des fusées pivotantes doit se faire toujours sur le prolongement

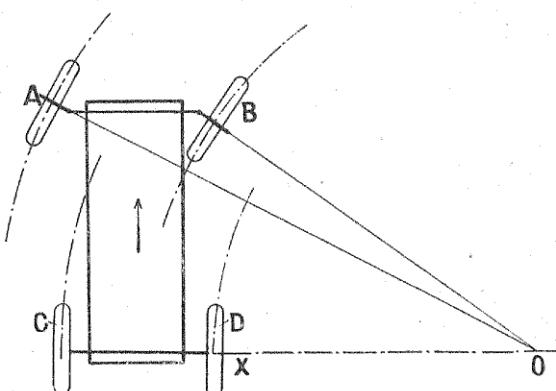


Fig. 76. — Virage avec roues directrices à l'avant.

YO de la ligne reliant les points de contact

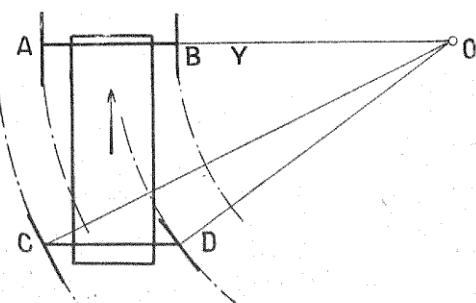


Fig. 77. — Virage avec roues directrices à l'arrière.

des roues de l'essieu à fusées fixes. La direction à l'arrière n'est pas à conseiller car le con-

ducteur, ne voyant pas où passe la roue directrice placée à l'extérieur du virage et qui décrit un cercle plus grand que la roue avant, a donc beaucoup plus de risques d'accrocher un obstacle quelconque

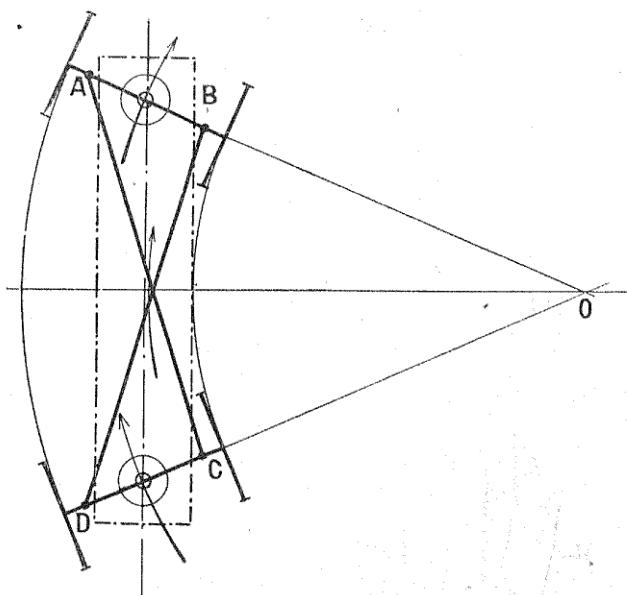


Fig. 78. — Virage correct avec deux essieux directeurs.

avec une voiture avec direction à l'arrière qu'avec une voiture semblable dont les roues directrices sont en avant; les applications de cette disposition ne sont pas nombreuses et ne se rapportent qu'à des omnibus et voitures industrielles.

Pour les fiacres, omnibus, voitures de livrai-

son, etc., il serait à souhaiter que l'on approfondisse la question des quatre roues directrices ; la figure 78 montre une disposition assez simple : les deux essieux sont montés à pivots, des barres rigides A C et B D, articulées à leurs extrémités, réunissent les deux essieux et en rendent la commande simultanée.

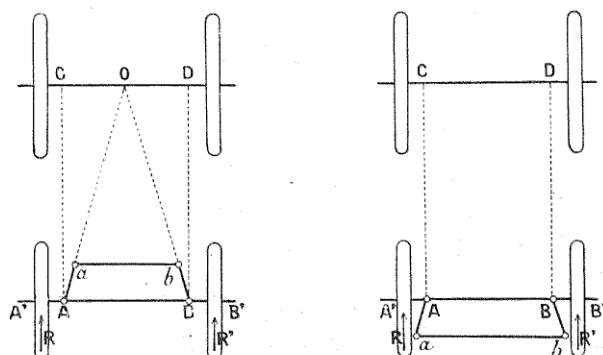


Fig. 79. — Schémas des quadrilatères de direction.

née ; ce montage permet des virages très courts, de plus, les roues arrière passent exactement aux mêmes points où sont passées celles d'avant ce qui est un grand avantage lorsque l'on veut se déplacer rapidement dans des endroits étroits ou embarras-sés comme les rues d'une grande ville.

Actuellement presque tous les essieux directeurs ont leur mouvement d'articulation commandé par un quadrilatère formé d'une bielle et de deux leviers (fig. 79), soit placé intérieurement à la voiture (disposition Jeanteaud) soit extérieurement (dispo-

sition Panhard-Levassor); cette liaison a été étudiée pour la première fois en 1818 par le mécanicien Lankensperger de Munich et mise au point par l'Anglais Akerman. En 1878, Ch. Jeantaud donna pour l'orientation des leviers Aa et Bb la règle suivante : dans un quadrilatère intérieur, les articulations  $a$  et  $b$  doivent se trouver sur les lignes reliant les axes des tourillons A et B au centre O de l'essieu arrière. Cette disposition ne donne satisfaction que pour les petits angles de braquage, à partir de 25 à 30° elle devient imparfaite et cela de plus en plus à mesure que l'angle augmente. M. C. Bourlet dans une étude approfondie sur la direction a recherché quelle était la meilleure position des leviers dans le cas d'un quadrilatère soit intérieur soit extérieur. Si nous appelons  $\varphi$  et  $\varphi'$  (voir fig. 83) les angles respectifs dont tournent les fusées; il faut, pour que la direction soit toujours parfaite, qu'il existe entre ces angles la relation suivante :

$$\cotg \varphi - \cotg \varphi' = \frac{l}{d} \quad (1)$$

déterminée par les deux triangles CEA et CFB où l'on lit directement :

$$d \cotg \varphi - d \cotg \varphi' = l$$

Comme on peut toujours imaginer (d'après le théorème de Kempe) un système articulé dont un point décrive une courbe algébrique quelconque donnée, on pourrait construire un système de bielles remplissant les conditions énoncées, mais ce sys-

tème sera très compliqué et d'une mise en pratique difficile; la solution la plus simple fut indiquée par M. Koenigs et comprenait 18 bielles.

Il est donc impossible de calculer la longueur  $a \cdot b$  (fig. 80 et 81) en tenant compte de la relation (1); car on ne peut pas déterminer un quadrilatère, remplissant ces conditions, dans lequel la

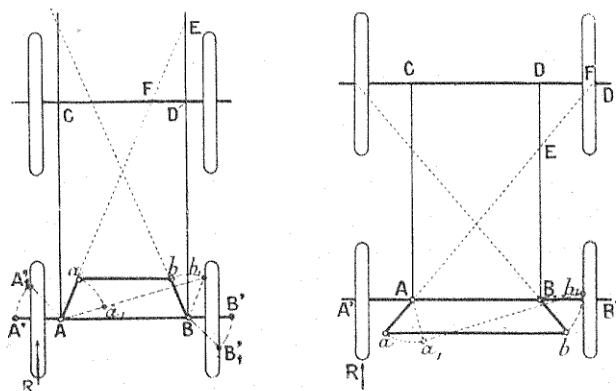


Fig. 80.  
Quadrilatère intérieur  
(disposition Jeantaud).

Fig. 81.  
Quadrilatère extérieur  
(disp<sup>on</sup> Panhard-Levassor).

bielle  $a \cdot b$  reste de longueur constante lorsque l'angle de braquage varie. Mais si l'on se pose seulement comme condition d'avoir un braquage parfait pour des petits angles, on peut traduire la condition algébrique pour la construction géométrique suivante :

Soit A B C D (fig. 80 et 81) le rectangle formé par les deux essieux et les perpendiculaires menées

par l'axe des pivots A et B; dans le cas du quadrilatère intérieur, le trapèze A  $\alpha$  b B doit être tel que dans la position normale, la partie F E, de la ligne A  $\alpha$  prolongée, comprise entre l'axe des roues arrière C D et la perpendiculaire B E, soit égale à  $2 A \alpha$ ; de même dans le cas du quadrilatère extérieur (fig. 81), la partie E F (toujours de la ligne A  $\alpha$  prolongée, et comprise entre l'axe arrière C D et la perpendiculaire BD) doit aussi être égale à  $2 A \alpha$ ; donc dans un cas comme dans l'autre on peut écrire :

$$E F = 2 A \alpha,$$

L'emploi raisonné de cette règle, dit M. Bourlet, permet d'obtenir des directions relativement satisfaisantes ; elle ne doit être employée que dans les voitures où l'angle de braquage maximum n'est pas très grand, elle est surtout avantageuse pour les voitures longues et étroites. Dans les voitures courtes et à grand angle de braquage il faut déterminer, graphiquement et pour chaque type de voiture, le quadrilatère; que l'on peut choisir moins bon pour les petits angles, mais meilleur pour les grands. En résumé, pour avoir un quadrilatère donnant de bons résultats il faut l'étudier sur épures pour chaque modèle de voiture.

Dans les débuts de l'Automobile, la barre d'accouplement fut placée généralement derrière l'essieu (disposition Jeantaud); pendant ces dernières années on adopta la disposition Panhard-Levassor (fig. 81) et maintenant on revient à la première disposition (fig. 80) et cela pour protéger cette barre

contre les chocs en la plaçant exactement derrière l'essieu; cette dernière disposition permet d'employer des leviers  $Aa$  et  $Bb$  d'une longueur suffisante pour éviter une usure rapide des articulations; car plus les leviers sont courts, plus les axes situés en  $a$  et en  $b$  s'usent vite; si les leviers sont en avant, comme ils se dirigent vers l'extérieur, on est immédiatement limité comme longueur, surtout avec les essieux actuels qui ont un porte-à-faux, de  $A$  en  $A'$ , de plus en plus petit; d'autre part, le quadrilatère extérieur offre quelques avantages : facilité de montage des leviers de commande et de connexion  $Aa$ ,  $Bb$ ; faculté d'avoir un plus grand braquage, car dans un cas comme dans l'autre (fig. 80 et 81), le quadrilatère ne peut être employé au delà de la position  $Aa_1 b_1 B$  pour laquelle la bielle  $a b$  vient presque en prolongement de l'un des bras  $Bb$  (ou inversement  $Aa$ ), et l'on peut remarquer que c'est dans le cas du quadrilatère extérieur que cette position correspond au plus grand angle de rotation ; de plus, dans le quadrilatère intérieur, l'angle  $aAa_1$  (fig. 80) sera d'autant plus grand que l'angle  $Aab$  sera moins ouvert, or, si la voiture est courte, l'angle  $Aab$  sera très obtus et la direction ne pourra servir que sous de faibles angles ; dans le cas du quadrilatère extérieur, la bielle  $a b$  travaille à la traction, tandis que dans le cas du quadrilatère intérieur, elle travaille à la compression ce qui est mauvais surtout si cette barre n'est pas droite, si elle est cintrée comme l'essieu ainsi qu'on le voit souvent ; si une des roues  $A'$  par

exemple rencontre un obstacle, une pierre simplement, elle recevra un choc dirigé suivant la flèche R; cette percussion produira une compression de  $ab$  dans le quadrilatère intérieur (fig. 80) et une traction dans le quadrilatère extérieur (fig. 81). Dans un cas comme dans l'autre il y a donc avantage à avoir des barres droites.

La position des leviers dans le cas d'un quadrilatère intérieur peut aussi être déterminée de la façon suivante, méthode connue sous le nom d'épure Marot-Gardon. Ici, le plan  $P'$  (fig. 82) formé par l'essieu avant, les leviers de connexion et la bielle d'accouplement n'est pas horizontal, il est incliné vers l'arrière. Les axes d'articulation des fusées ne sont pas verticaux, ils sont perpendiculaires au plan  $P'$ . Etant oblique par rapport au sol, l'axe de la fusée s'abaisse légèrement dans un virage et le centre de gravité de la voiture s'abaisse ; de cette inclinaison il résulte que les roues penchent dans le sens du virage comme les roues d'une bicyclette. Le plan  $P'$  passe (comme on le voit en élévation) par les points de contact des roues arrière sur le sol. Pour déterminer l'orientation des leviers  $A\alpha$  et  $A_1\alpha_1$ , nous considérerons le déplacement des roues avant par rapport au plan  $P'$ , pour cela il faut figurer en projection l'essieu M et la ligne  $m$  réunissant les deux points de contact des roues arrière avec le sol, c'est ce que l'on voit en  $M'$  et  $B'$  au bas de la figure 82.

Pour déterminer le point  $n$  de rencontre des leviers  $A\alpha$  et  $A_1\alpha_1$ , prolongés, on considère l'incli-

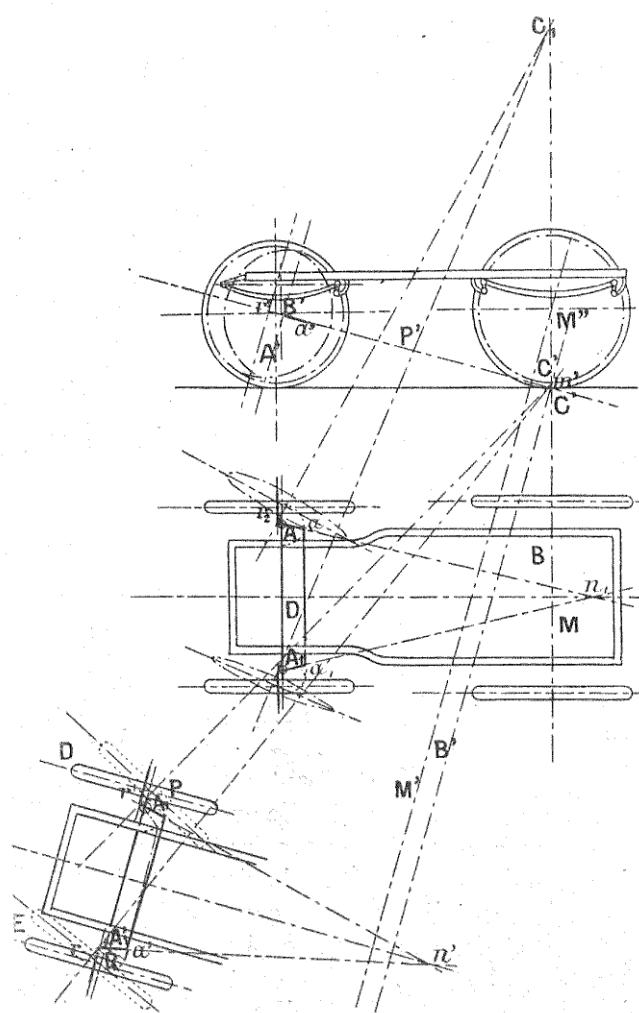


Fig. 82. — Epure Marot-Gardon pour la détermination du quadrilatère de direction.

naison maximum permise aux roues par le châssis et les ressorts de la voiture; l'épure (fig. 82) représente la position extrême dans un virage à droite; le prolongement de la fusée de la roue D vient rencontrer la ligne des points de contact des roues arrière en C; par ce point on détermine la position de la roue E, en joignant le point C à l'axe du pivot de la fusée A', on connaît ainsi les angles de rotation des deux roues. Pour trouver la position primitive des leviers (c'est-à-dire lorsque les roues sont normales) on décrira, des pivots A', des arcs de cercle de rayon égal aux longueurs que l'on voudra donner aux leviers, et l'on cherchera par tâtonnements une ligne  $aa'$  parallèle à l'essieu AA' ayant ses deux extrémités sur les arcs de cercle et telle, que sa longueur ne change pas lorsque la roue D tournera de l'angle maximum et la roue E de l'angle correspondant. Le quadrilatère est ainsi déterminé sans qu'il soit besoin de connaître le point  $n$ ; suivant la voie, l'empattement et le maximum de braquage que l'on veut (ou peut) obtenir, ce point varie et peut être situé en avant ou en arrière de l'essieu.

Pas plus que l'épure Jeantaud et celles des figures 80 et 81 (C. Bourlet), celle que nous venons d'exposer est exacte, elle n'est qu'approximative; dans les premières (fig. 80, 81), le ripement n'a pas lieu dans les grands virages (ceux que l'on prend en vitesse) et dans la dernière (fig. 82) le ripement a lieu dans les grands virages et n'a pas lieu dans les virages courts, c'est-à-dire dans ceux qui enlè-

vent déjà un peu de stabilité à la voiture. Avec les essieux à pivots inclinés, le centre instantané de rotation des roues avant est, pendant le virage, situé sur le sol et sur le prolongement de la ligne réunissant les points de contact des roues arrière, tandis que le centre de rotation des roues arrière est placé dans le prolongement de leur axe; les deux centres tendant à se confondre, l'essieu arrière tend à s'incliner vers l'intérieur et compense un peu l'action de la force centrifuge, la stabilité est ainsi un peu augmentée. Beaucoup de constructeurs donnent à l'essieu avant et aux leviers de connexion une légère pente dans le sens indiqué, sans toutefois que celle-ci soit aussi grande que celle donnée par l'épure Marot-Gardon; les considérations que nous venons d'examiner montrent que ce genre de montage ne peut nuire en aucune façon (au contraire même) à la bonne marche du véhicule.

La disposition par quadrilatère simple n'est pas parfaite, comme nous l'avons dit, elle est bonne, ou pour les petits angles seulement, ou uniquement pour les grands; et dans l'un ou l'autre cas devient franchement mauvaise lorsque le braquage ne reste pas (dans une certaine limite assez étroite) près de la position pour laquelle la direction a été établie.

De la formule  $\cotg \varphi - \cotg \varphi' = \frac{l}{d}$ , M. C. Bourlet a déduit l'épure suivante, qui lui a permis de construire une direction théorique, c'est-à-dire un dispositif dans lequel les fusées des roues directrices convergent, dans toutes leurs positions,

sur le prolongement de l'essieu arrière. Soit A B (fig. 83) l'essieu avant et E F l'essieu arrière : si on

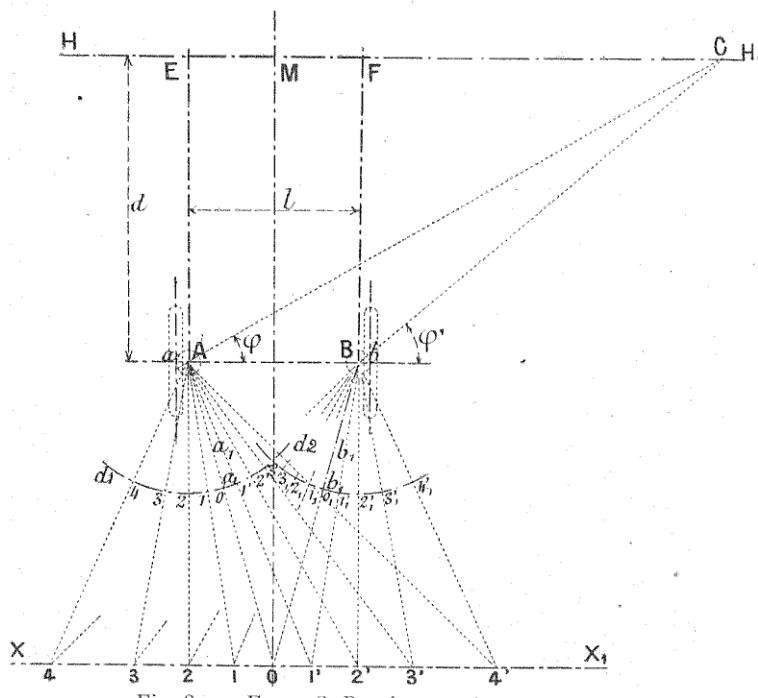


Fig. 83. — Epure C. Bourlet pour la détermination du quadrilatère.

relie aux fusées  $a$  A et  $b$  B deux bras  $A a_1$  et  $B b_1$ , dont le point d'intersection des prolongements O est symétrique du point M (milieu de l'essieu arrière), par rapport à l'essieu avant, et si l'on se pro-

pose de rechercher le lieu géométrique du point d'intersection O des deux bras A  $a_1$  et B  $b_1$  lorsque le point C décrit la droite H H<sub>1</sub>; on remarque que (les angles  $\alpha$  A  $a_1$  et  $\beta$  B  $b_1$  étant constants) les droites A  $a_1$  et B  $b_1$ , en tournant autour de A et B, décrivent des faisceaux homographiques pendant que C se déplace sur H H<sub>1</sub>, et leur point d'intersection O décrit en général une conique passant par A et B, sauf dans le cas particulier où les angles  $\alpha$  A  $a_1$  et  $\beta$  B  $b_1$  sont égaux et les lignes  $\alpha$  A et B  $b$  placées dans le prolongement l'une de l'autre, (le point O étant le symétrique de M placé sur HH<sub>1</sub> et à égale distance de A et de B) et dans ce cas seul, ce lieu est une droite. Cette constatation est très utile pour le tracé des épures, car pour les petits angles de braquage, le point C est hors des limites de l'épure et O sera dans ces limites, et pour les grands angles de braquage ce sera l'inverse; donc on aura toujours un des deux points C ou O dans les limites de l'épure.

Le point O décrivant une droite XX<sub>1</sub> parallèle à A B, lorsque la condition de convergence est remplie, le problème revient à trouver un mécanisme tel qu'en agissant sur les leviers A  $a_1$  et B  $b_1$  leur prolongement O décrive la droite XX<sub>1</sub>; malheureusement aucun système simple de bielles n'est applicable, il faudrait, avons-nous dit, dix-huit articulations pour arriver à ce résultat. Ceux qui ont voulu résoudre la question n'y sont parvenus qu'en employant des glissières ou des cames, lesquelles ont l'inconvénient de prendre beaucoup de jeu en

peu de temps et perdent ainsi toute leur supériorité sur un dispositif simple et approximatif.

Dans la solution Bourlet (fig. 84) les fusées directrices AC et BD portent deux bras  $A\phi$  et  $B\gamma$  formant glissières et orientés de telle façon que leur point d'intersection M en position normale soit au milieu de la droite  $H'H'$  symétrique de l'essieu arrière par rapport à l'essieu avant ; le point M doit

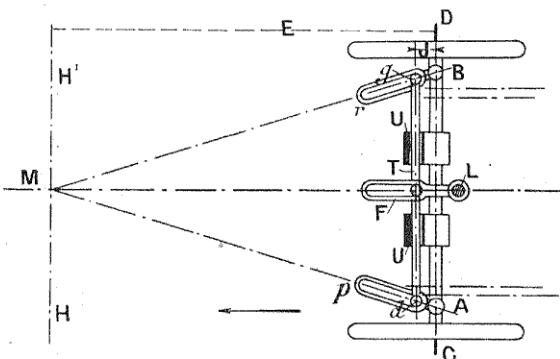


Fig. 84. — Direction Bourlet à glissières.

se déplacer suivant la droite  $H'H'$ , pour cela une tige rigide, glissant dans deux manchons U et U' fixés à l'essieu, porte à ses extrémités des galets g et d roulant dans les glissières solidaires des fusées; le mouvement est commandé par le levier F fixé à l'extrémité de la tige verticale L. La tige T doit être très bien maintenue, car c'est d'elle que dépend le déplacement du point M sur la droite  $H'H'$ , pour s'en rendre compte nous remarquons que les deux triangles A M B et d M g sont semblables

et dans un rapport constant, celui de leurs bases AB et dg; si on désigne par E la hauteur du triangle AMB et par E-J, celle du triangle dMg (J étant la distance de l'axe de la barre T à l'axe de l'essieu), on a:

$$\frac{E}{E-J} = \frac{AB}{dg} = \text{constante}$$

Comme J est une longueur constante, E l'est aussi et M se déplace donc bien sur la droite HH' parallèle à DC.

Dans la direction Davis, absolument semblable, les glissières Br et Aφ sont remplacées par des bras pleins coulissant dans des manchons articulés aux extrémités de la bielle T.

La même épure (fig. 83) a servi à établir la direction de la Société de Constructions de Nesseldorf. Les fusées *a* et *b* (fig. 85) portent des bras AA<sub>1</sub> et BB<sub>1</sub>, où viennent s'articuler les tiges C, une de chaque côté. Les extrémités de ces tiges, placées vers le centre de l'essieu, portent des galets roulant dans les deux rainures du disque E monté sur un axe fixé sur l'essieu et pouvant tourner sous la commande du volant de direction. Une des deux rainures se trouve à la partie supérieure du disque et l'autre à sa partie inférieure. On conçoit que l'on peut tracer les rainures de telle façon que la position des roues est toujours théoriquement exacte quel que soit l'angle de braquage, et que l'effort ne soit pas trop grand sur les galets.

Quelques constructeurs, pour éviter les cames et pour avoir une direction plus théorique que celle

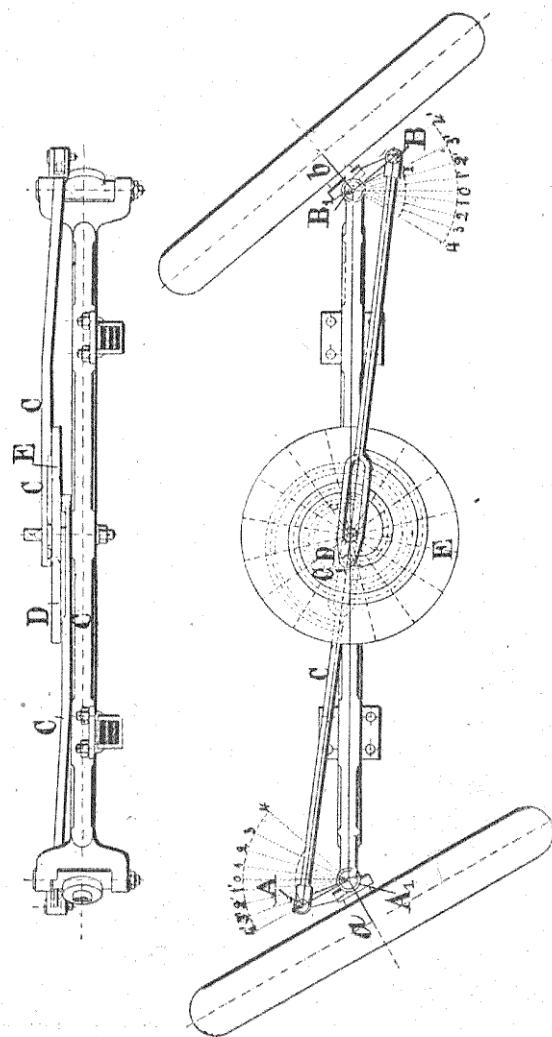


Fig. 85. — Dispositif de braquage théorique des roues, par cames et glissières.

obtenue avec un simple quadrilatère, ont coupé le quadrilatère par le milieu et en ont mis deux petits (on tombe dans l'inconvénient d'avoir beaucoup d'axes); la fig. 86 montre une de ces liaisons, il y a quatre articulations *a*, *b*, *E*, *F*; Jenatzy, Roger, Benz, Bollée ont appliqué cette disposition. M. Griffisch est arrivé également par un double quadrilatère, à obtenir une direction absolument théorique.

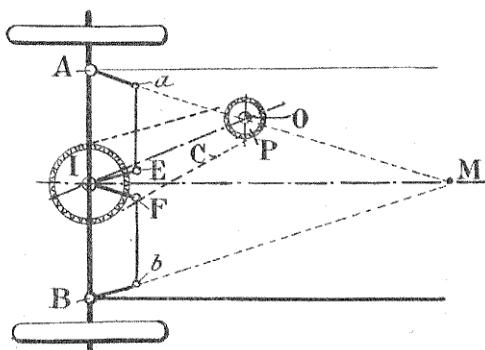


Fig. 86. — Double quadrilatère, avec commande par chaîne.

que, pour les angles sous lesquels se fait ordinairement le braquage des automobiles. M. Bourlet a montré que dans tous ces systèmes les paramètres variables sont plus nombreux qu'il ne faut, et que l'on pouvait établir un système à trois articulations presque parfait; d'après cette étude, M. Lavenir a construit un dispositif à pentagone concave (fig. 87) qui est exact entre 0 et 60 degrés; les bras  $Aa$  et  $Bb$  sont orientés suivant le tracé géométrique de la fig. 83; les points  $a$  et  $b$  sont reliés à deux bielles

$aP$  et  $bP$ , dont la longueur est la même et est égale à la moitié de  $AB$ ; à leur point de rencontre  $P$ , elles sont articulées et reliées au levier de commande  $CP$ .

Beaucoup d'accidents sont déjà arrivés par suite

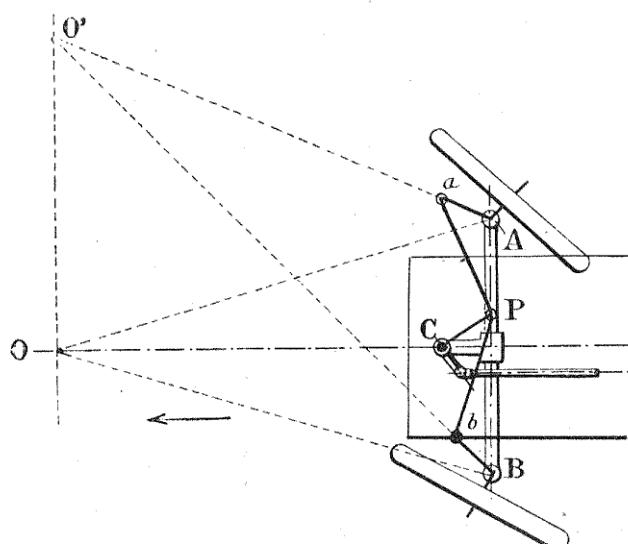


Fig. 87. — Pentagone concave de commande des roues.

de la rupture d'un levier, d'une bielle ou d'un axe du quadrilatère de direction; pour remédier ou atténuer ce risque de panne grave, quelques constructeurs ont fait des dispositifs doubles, de façon que lorsqu'une des pièces casse, la direction reste toujours maintenue; parmi les mieux étudiées nous

citerons la direction Gambee (fig. 88): deux bielles de commande AA attaquent les extrémités d'un levier double D, remplaçant le levier de commande ordinaire; ce levier D entraîne les bras E qui agissent sur les deux bielles de connexion dont l'une est placée en avant de l'essieu et l'autre en arrière; comme on le voit sur la figure, toutes les pièces de commande et de liaison des deux roues sont doubles, ce qui donne une direction inusable et sûre. Nous citerons aussi la direction de sécurité Mors

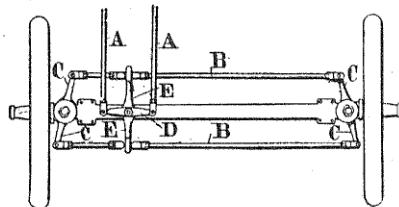


Fig. 88. — Double commande de direction, système Gambee.

(fig. 89): l'arbre (ou colonne) A du volant de direction porte deux vis B et C, commandant respectivement deux secteurs dentés B' C' (en réalité, ces deux vis B et C n'en forment qu'une seule); le secteur B' est solidaire d'un bras b<sup>1</sup>, tourillonnant en b et articulé en b<sub>2</sub> à l'extrémité d'une bielle b<sub>3</sub> reliée, d'autre part, au bras d solidaire du pivot de l'une des roues directrices D; l'autre secteur denté C' est solidaire d'un bras C<sub>1</sub>, relié en C<sub>2</sub> à l'extrémité d'une bielle C<sub>3</sub>, articulée à l'autre bout au bras d du pivot de la deuxième roue directrice D. Les deux roues directrices D sont reliées, soit com-

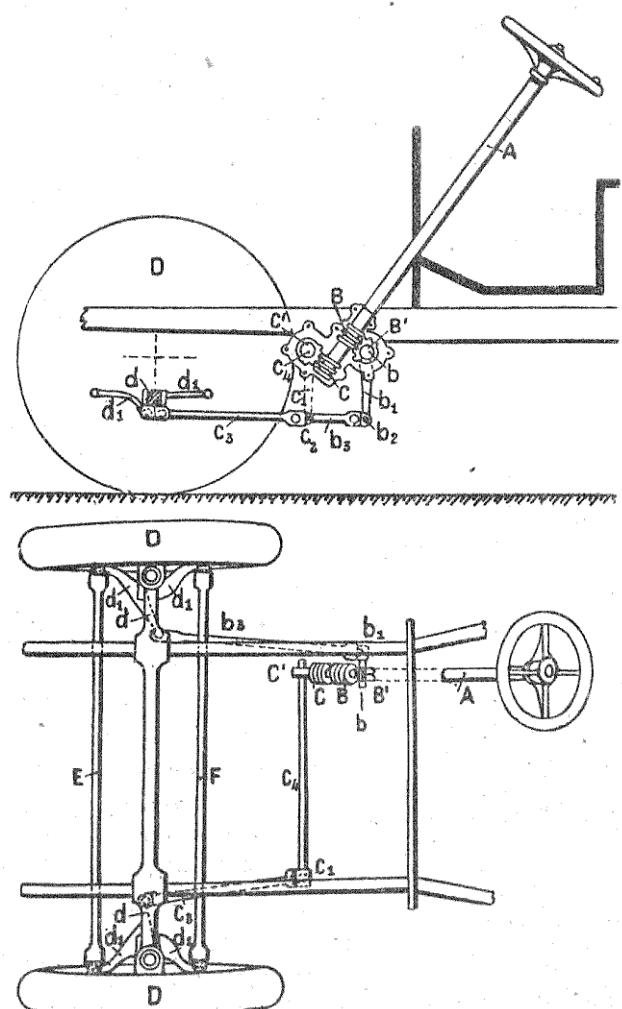


Fig. 89. — Double commande de direction, système Mors.

me on le voit sur la figure par deux bielles E et F, attachées aux bras  $d_1$  solidaires des pivots, soit par une seule bielle qui peut être placée en avant ou en arrière de l'essieu. Si dans une telle direction, même avec une seule bielle de connexion, celle-ci vient à casser, la direction reste assurée par les deux bielles  $b_3$  et  $c_3$  commandées par les deux secteurs dentés  $B_1$  et  $C_1$ ; si c'est l'une des bielles  $b_3$  ou  $c_3$ , qui se rompt, la direction reste assurée par l'autre de ces bielles et par la bielle de connexion. Dans le cas du mécanisme avec deux bielles E et F, la direction reste assurée même si l'une des deux bielles  $b_3$  ou  $c_3$  et l'une des bielles E ou F se rompent en même temps; on voit qu'avec ces deux groupes d'organes de commande, la rupture d'un quelconque de leurs membres n'affecte en rien la sécurité de la direction.

Dans une direction bien établie il faut que les leviers et les bielles soient aussi simples que possible et il faut éviter les coude et contre-coude; autant que possible, les leviers doivent être droits et les bielles de commande et de connexion ne doivent pas avoir de parties coudées; la fig. 90 représente un essieu avec bielles et leviers bien établis; les leviers AB et CD sont droits, aucune réaction, aucun choc ne vient fatiguer anormalement les clavetages A et D, la barre de connexion BC est droite également; elle offre donc le maximum de résistance soit à la compression, soit à la traction; le levier de commande EF venu de forge avec le bras DC est renvoyé vers le bas juste ce qu'il faut pour per-

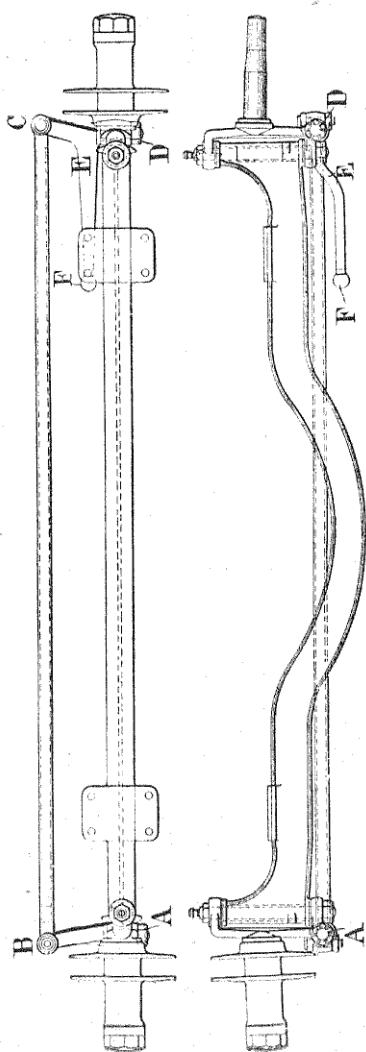


Fig. 90. — Bielle de connexion et leviers de commande des roues.

mettre le mouvement; on peut atténuer et même éviter le contrecoude de cette pièce en adoptant le genre d'articulation et le montage représenté sur la fig. 91 où le bras de connexion et le levier de commande forment deux pièces distinctes, clavetées chacune de son côté sur le tourillon. La fig. 92 montre une autre méthode de construction et de fixation des leviers de commande et de connexion; ils sont, aussi, forgés séparément, le premier, AB, est claveté en C, près de la fusée et l'autre ED

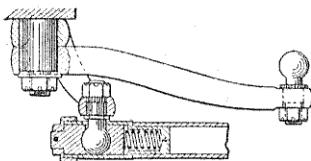


Fig. 91. — Amortisseur de direction à un ressort.

est fixé sur l'axe du pivot de braquage; on évite, de cette façon, la fourche FEC (fig. 90) qui est toujours très délicate à établir: de nombreuses ruptures à la base de cette fourche ayant déjà eu lieu. Pour éviter que les chocs continuels, éprouvés par les roues, soient transmis au mécanisme de commande, on interpose des amortisseurs; la fig. 93 nous montre la forme extérieure d'une boîte à rotule avec amortisseur; cet appareil est solidaire de la bielle de commande, reliant le mécanisme de direction au levier fixé à l'une des fusées (la bielle de connexion devant avoir toujours une longueur inviolable, ne devra jamais porter d'amortisseur).

Les amortisseurs se font de deux façons, soit avec deux ressorts (fig. 92), soit avec un seul ressort (fig. 91); s'il y a deux ressorts, une seule boîte suffit; s'il n'y en a qu'un, il faut placer un

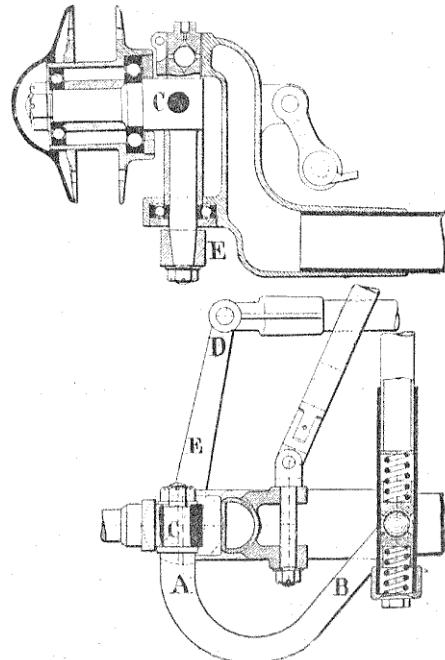


Fig. 92. — Amortisseur de direction à deux ressorts.

amortisseur à chaque extrémité de la bielle de commande, car avec un ressort unique il n'y a que les chocs dans un sens qui sont amortis; il faut donc qu'il y ait deux ressorts antagonistes si l'on veut

éviter une usure anormale du mécanisme de commande.

Certains observateurs superficiels ont cru que le mouvement de va-et-vient, le dandinement, pourrait-on dire, des roues avant dans quelques voitures provenait uniquement des amortisseurs; une étude plus approfondie de la question montre que le

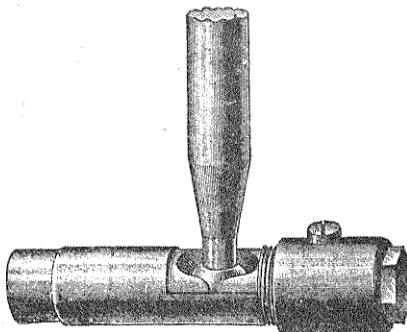


Fig. 93. — Boîte à rotule.

défaut vient d'ailleurs. Il est à remarquer que sur certaines voitures, le mouvement se produit même à très faible vitesse et sur un terrain uni; on ne peut donc, dans ce cas, supposer qu'il est dû au mauvais état du chemin ou à des cahots plus ou moins forts; on peut, comme l'a fait M. R. Arnoux (vice-président de la Commission Technique de l'A. C. F.), expliquer ce phénomène de la façon suivante: En se reportant à la fig. 79, on voit que l'on peut envisager le quadrilatère, avec les fusées des roues directrices, comme un mécanisme de balance : les

parties AA' et BB' sont les deux parties du fléau (supposé coupé en deux parties égales par son axe d'articulation) oscillant autour des axes A et B, et reliés par la barre de connexion ab; la résistance au roulement représente les forces appliquées aux extrémités du fléau. On devra donc chercher à établir cette balance de façon à ce qu'elle soit toujours en équilibre stable, c'est-à-dire que si pour une cause quelconque, l'équilibre est rompu, toutes les pièces du système reprennent leur position primitive dès que la cause accidentelle a disparu.

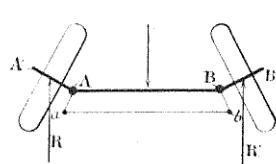


Fig. 94.  
Position de roues avant  
divergentes.

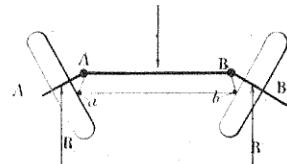


Fig. 95.  
Position de roues avant  
convergentes.

Considérons, en premier lieu, le système (fig. 94) avec roues divergentes vers l'avant; en marche normale, sur un terrain régulier, et si les roues sont également inclinées sur l'axe de la voiture, il y aura équilibre des résistances R et R'; au plus petit obstacle formant résistance d'un seul côté, en R par exemple, l'équilibre sera rompu et la roue A tournera vers l'extérieur, aidée dans son mouvement par l'autre roue qui tendra à se mettre droite; l'équilibre est donc instable puisqu'une fois rompu, le système tend à s'écartez de plus en plus de sa position

normale et tout l'ensemble viendra, par la bielle de commande, agir sur le ressort de l'amortisseur jusqu'au moment où la compression de ce ressort équilibrera la résistance  $R$ ; l'obstacle ayant disparu, le ressort en se détendant ramènera brusquement le quadrilatère vers sa position normale, mais dépassera cette position en vertu de l'instabilité du système. Comme le mouvement de translation de la voiture amènera chaque fois l'inclinaison du système jusqu'à ce qu'il y ait équilibre entre la résistance de la roue et celle due à la compression du ressort de l'amortisseur, il n'y a aucune raison pour que le mouvement de va-et-vient s'arrête, c'est d'ailleurs ce que l'on observe pratiquement. En plus de ce mouvement de balancement des roues, un tel montage du train directeur produit un accroissement de résistance au roulement du véhicule et une usure très rapide des bandages.

Si, maintenant, nous considérons le cas de roues convergentes (fig. 95), nous voyons, par une simple inspection de la figure, que le système est en équilibre stable; si une résistance  $R$  est plus grande que l'autre  $R'$ , la roue  $A'$  aura tendance à tourner vers l'extérieur, mais la roue  $B'$ , au lieu de l'aider comme dans le cas précédent des roues divergentes, offrira une résistance d'autant plus forte que le mouvement sera plus grand. De même si les roues sont absolument parallèles, le système est encore en équilibre stable. Pour éviter l'usure anormale des pneus et pour réduire au minimum la résistance au roulement, il est préférable de monter les roues abso-

lument parallèles; le léger pincement que donnent certains constructeurs (environ cinq millimètres en tout) devant être très bien partagé, c'est-à-dire que l'obliquité donnée à chacune des roues doit être rigoureusement la même d'un côté comme de l'autre, par rapport à l'axe de la voiture, ce qu'il est plus difficile d'obtenir que de mettre les roues rigoureusement parallèles. Nous avons vu aussi, lorsque nous avons parlé des pivots de direction, qu'un équilibre stable s'obtenait également par des pivots inclinés,

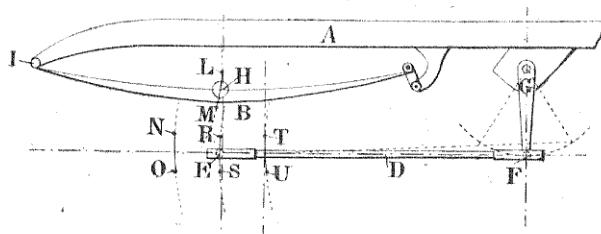


Fig. 96. — Epure des déplacements de l'essieu avant.

ou bien par des pivots placés en avant des fusées.

Une autre cause du dandinement des roues directrices vient du mouvement des ressorts lorsque le montage de la bielle de commande est défectueux; généralement dans les directions de bonnes voitures ce montage est fait comme le représente la fig. 96 où A est le châssis, B le ressort avant, G le levier de commande de direction agissant sur la bielle D. Si la roue reçoit un choc ou sous l'action d'un cahot quelconque, le point H, décrit une certaine courbe LM, se rapprochant d'un arc de cercle décrit du

point I comme centre; la rotule E se déplace d'une hauteur égale (puisque l'axe est relié rigidelement à la fusée) et décrit les courbes NO, RS ou TU suivant que la direction est en ligne droite ou braquée d'un côté ou de l'autre; ces trois dernières courbes ne correspondent nullement à la courbe LM; comme la longueur de la bielle de commande EF est constante, et le point F maintenu fixe, il faut que la rotule E se déplace en faisant pivoter les roues, et c'est ce qui produit le mouvement de va-et-vient. M. Pol Ravigneaux a étudié ces mouvements dans *la Vie Automobile* et donne le remède suivant pour atténuer ces ennuis: il faut placer convenablement la barre de commande D (fig. 97); on voit que l'extrémité de cette barre décrit un arc de cercle  $s_r$  ayant A comme centre; d'autre part, la rotule fixée à la fusée décrit une courbe  $s_1 r_1$  de courbure inverse, il faudra choisir les points A et B de façon qu'il y ait le moins d'écart possible entre les deux courbes; pratiquement la barre d'accouplement doit être placée obliquement, le point A plus bas que le point B, par rapport au sol, de façon que les deux courbes  $sBr$  et  $s_1 Br_1$  viennent presque se confondre.

Généralement la barre d'accouplement plonge trop vers l'avant; un moyen simple de corriger ce défaut est d'allonger le levier L (ce qui n'a d'autre inconvénient que de changer l'angle de braquage puisque le rapport de démultiplication devient plus grand); on peut encore rallonger les jumelles situées à l'extrémité arrière du ressort avant, en veillant à ce que l'essieu ne vienne toucher à aucun

organe fixe, dont on le rapproche. M. Ravigneaux a donné ces conseils à différents chauffeurs qui s'en sont bien trouvés; ils n'avaient plus à changer constamment leurs ressorts d'amortisseurs cassés

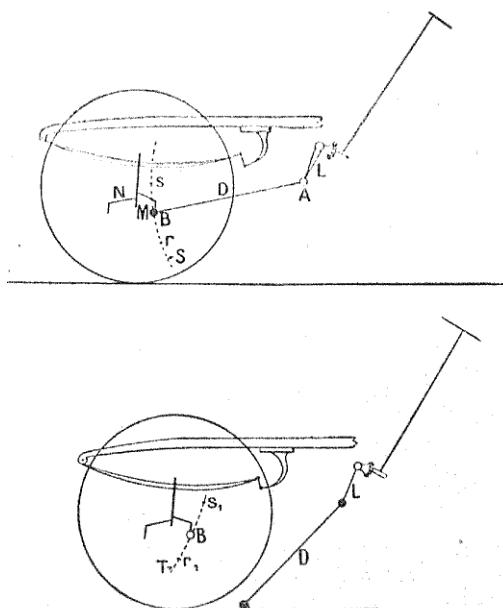


Fig. 97. — Déplacements du point reliant la bielle de commande au levier de la fusée.

et lorsqu'ils passaient sur une route pavée, ils ressentaient beaucoup moins les chocs.

Plusieurs constructeurs ont cherché à remédier à cet ennui par des dispositifs spéciaux, parmi lesquels nous indiquerons la direction de A. Janssens,

celle de Rose et Catt et la jumelle à l'avant de Dion-Bouton.

La direction A. Janssens (fig. 98) se compose

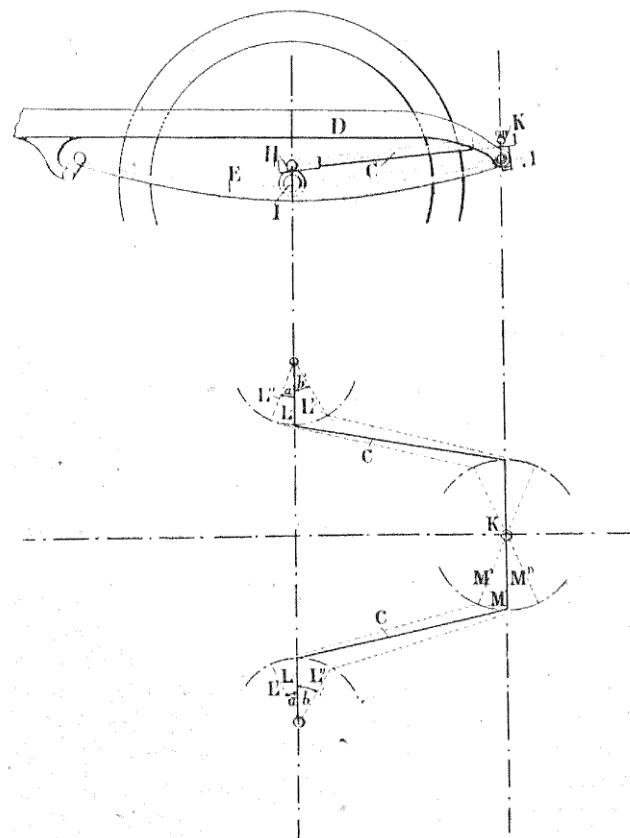


Fig. 98. — Commande de direction A. Janssens, évitant le dandinement des roues.

d'un levier à deux bras M, commandé en son centre K, lequel est fixé au milieu d'un arbre transversal J dont l'axe de rotation coïncide avec l'axe du rouleau du ressort avant; deux bielles C, reliées au double levier M, sont disposées obliquement à l'axe de la voiture et viennent commander deux leviers L reliés aux fusées; la position et la longueur respective des bras L et M et des bielles C permettent d'obtenir un braquage satisfaisant. On peut remarquer que les bielles C articulées en H et en K ont

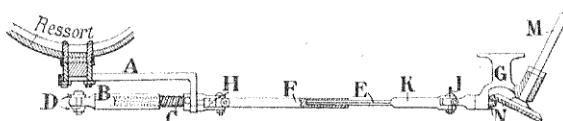


Fig. 99. — Commande de direction « Perfect ».

une inclinaison et une longueur de projection verticale égales à la moitié du ressort; le parallélogramme HKJI, résultant de cette disposition, agit de telle façon que, quels que soient les mouvements du ressort, les déplacements du moyeu fixé en I ne pourront jamais faire varier la position relative de ce point I par rapport au point H, d'attache des bielles. Les cahots et les oscillations du ressort n'auront donc plus d'action sur la direction et le dandinement des roues se trouve ainsi supprimé.

La figure 99 représente la direction Rose et Catt, connue sous le nom de « Perfect ». A l'extrémité D du levier commandant la fusée est articulée une pièce B, creuse et filetée intérieurement, formant écrou de la vis C dont l'extrémité est soutenue

par le support A, fixé solidement à l'essieu; E et F forment la bielle de commande et transmettent le mouvement de rotation que l'on donne au volant de direction à la vis C, laquelle en tournant fait éloigner ou rapprocher l'écrou B et par conséquent le levier de braquage D; en G est le support de direction qui est fixé au châssis et porte la colonne de direction M et les engrenages N; les deux parties F et K de la bielle de commande portent à l'une de leurs extrémités, H et J, de doubles articulations;

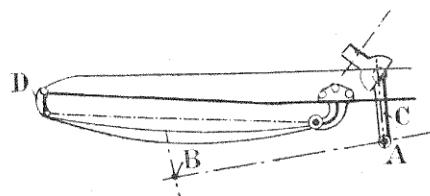


Fig. 100. — Ressort avant avec jumelle à l'avant.

l'autre extrémité de la partie K est façonnée en forme de carré, E, coulissant à l'intérieur de la partie F destinée à la recevoir; les mouvements relatifs de l'essieu et du châssis n'ont aucune action ni sur la direction, ni sur les roues, ils provoquent seulement un coulissemement des parties carrées.

La Maison « de Dion-Bouton », pour éviter les réactions dont nous avons parlé, a cherché à placer le centre A (fig. 100) de la bielle de commande, à peu près au centre de courbure de la ligne que décrit la rotule B fixée à la fusée; pour cela le point fixe d'articulation du ressort avant fut mis à l'arrière, c'est-à-dire tout le contraire de ce qui se fait

habituellement, et la jumelle, comme on le voit sur la figure, se trouve placée à l'avant du châssis, en D. Ce montage permet d'avoir une barre de commande inclinée de haut en bas, de l'arrière à l'avant, et évite d'avoir un levier C trop long, tout en mettant la boîte de direction le plus haut possible.

La position de la rotule F (fig. 90) du levier de commande des fusées doit être étudiée avec soin; c'est en déterminant judicieusement sa position que l'on a une direction dans laquelle le volant décrit un même angle pour braquer à fond à droite comme à gauche, c'est une des conditions à remplir pour que les efforts soient les mêmes dans les deux sens; elle n'est pas toujours observée et l'on voit encore souvent des voitures qui braquent mieux dans un sens que dans l'autre. Cette position se détermine par épure et dans les voitures où elle a été mal établie, il est bien difficile d'y remédier.

Nous venons de voir l'accouplement des deux roues directrices et la position de la bielle de commande, nous allons maintenant examiner les mécanismes de commande.

La direction doit être obtenue par un organe sûr et robuste; le système doit avoir une certaine élasticité tout en possédant un mécanisme sans jeu. Deux qualités sont demandées à la commande : la progressivité et une certaine irréversibilité. En ligne droite, il est nécessaire qu'un léger déplacement de la main du conducteur n'ait presque pas d'effet sur les roues; quelques constructeurs ont

établi des appareils réellement progressifs ayant pour but la sécurité et la rapidité de mouvement, mais ces dispositifs ne se sont pas généralisés, on se contente maintenant d'avoir une grande démultiplication (entre un tour et un tour et demi pour le braquage total des roues). L'irréversibilité ne doit pas être absolue, car elle donne de mauvais résultats : usure et matage rapides des axes d'articulation.

## Organes de commande de la direction

La commande la plus simple est celle à sonnette; elle ne se compose que de tiges articulées (fig. 101): le volant de direction est monté à la partie supé-

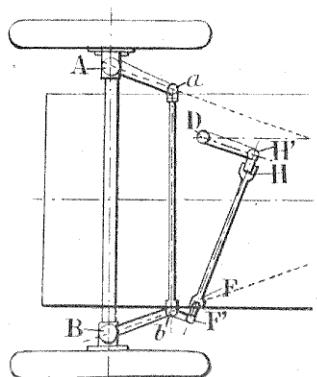


Fig. 101. — Commande directe de la direction.

rieure de l'arbre D qui porte à l'extrémité inférieure un levier DH', le mouvement est transmis aux roues par la bielle HF; la démultiplication

n'est obtenue que par le rapport des bras de levier D H' et B F'; ce montage utilisé, il y a quelques années, sur quelques voitures légères, a été complètement abandonné malgré son extrême simplicité ; la commande trop brutale, pas assez démultipliée, rendant la voiture difficile à conduire.

La figure 86 nous montre un autre genre de commande : la tige de direction porte à sa partie inférieure un pignon de chaîne P commandant la chaîne C qui entraîne un deuxième pignon calé sur l'axe I, lequel donne le mouvement au quadri-latère; la démultiplication se fait par le rapport des diamètres des pignons de chaîne; ce dispositif n'est plus employé actuellement à cause des ennuis produits par la chaîne : allongement rapide donnant beaucoup de jeu, permettant même à la chaîne de passer par-dessus les pignons, et difficulté d'adapter cette transmission aux voitures suspendues.

Tous les dispositifs à attaque directe sont à l'heure actuelle, abandonnés partout; en règle générale le volant actionne un mécanisme par lequel le mouvement fortement démultiplié est transmis à la bielle de commande; les dispositifs mis en pratique peuvent se grouper sous les types suivants :

- 1° Démultiplication par crémaillère.
- 2° Démultiplication par engrenages droits (intérieurs ou extérieurs) ou par engrenages coniques.
- 3° Démultiplication par vis sans fin ou par engrenages hélicoïdaux.

4° Démultiplication par vis et écrou, dont l'écrou agit directement sur le levier de commande.

5° Démultiplication par vis et écrou, dont l'écrou agit sur le levier par un lien intermédiaire; le dispositif peut être soit à simple vis, soit à dou-

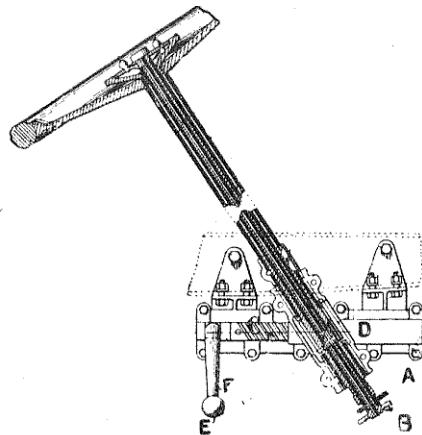


Fig. 102. — Direction à crémallière.

ble vis, soit à vis à double filet (intérieur et extérieur).

6° Démultiplication par un dispositif non compris dans les cinq cas précédents (cames, spirales, etc.).

Nous allons dire quelques mots de chacun de ces types.

*Directions à crémallière.* — Dans les premières directions à crémallière, le pignon fixé à l'extrémité de la tige de direction (placée verticalement) en-

grène avec une crémaillère ordinaire, guidée dans une glissière ou soutenue par deux galets roulant sur le côté opposé à la taille; l'extrémité de la crémaillère s'articule à la bielle de commande. Dans le cas d'une direction inclinée (fig. 102) le pignon et la crémaillère portent une denture inclinée, ou bien le pignon porte une taille droite et la crémaillère une denture oblique comme on le voit sur la figure; la crémaillère C est guidée et solidement maintenue dans une boîte D où elle coulisse; l'entraînement de la bielle d'accouplement se fait par la rotule E située à l'extrémité du bras F que porte la crémaillère.

Les figures 103 et 104 représentent une direction *progressive* à crémaillère, spécialement étudiée par M. E. Brillié pour les omnibus et camions. La tige de direction portant le volant *b* (fig. 103) attaque la crémaillère *g* par un pignon logé dans un carter mobile, supporté par l'extrémité de la tige. Les trois coupes de la figure 104 montrent la progressivité du dispositif, qualité très intéressante dans le cas d'un poids lourd circulant toute la journée dans des rues encombrées : pour un petit angle de rotation du volant, cette direction est très démultipliée et plus on s'écarte de la ligne droite, plus le mouvement est rapide; de cette façon le volant n'est pas fatiguant à tenir en ligne droite et les virages se font facilement. Pour obtenir ce résultat, le pignon *e* n'est pas claveté concentriquement à la tige de commande *a* (portant le volant de direction), mais sur une partie excentrée comme on

le voit sur la coupe transversale à droite de la figure; deux coussinets *i*, fixés dans la boîte *h*, correspondent à deux portées *j* de la partie excentrée;

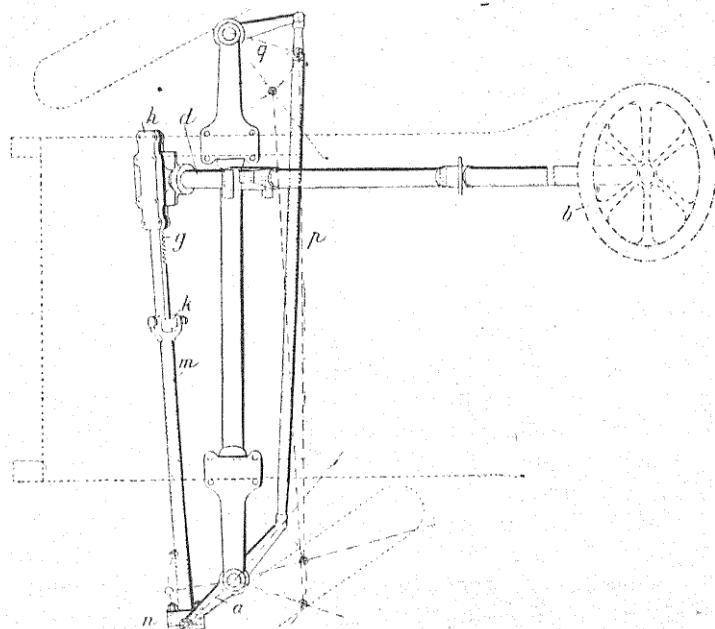


Fig. 103. — Direction progressive à crémaillère.

la boîte *h* sert de logement et de glissière à la crémaillère *g*. Lorsque cette dernière est attaquée en son milieu par le pignon, position qui correspond à la marche en ligne droite du véhicule, l'axe de l'arbre *a*, de par l'excentricité de la partie *e* se trouve

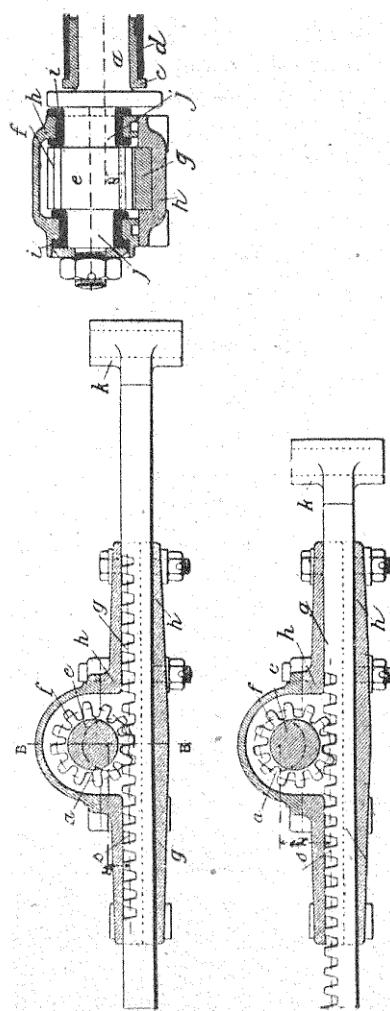


Fig. 104. — Détails de la direction progressive à crémaillère.

le plus près possible de la crémaillère; l'effort sur le volant de direction placé à l'extrémité de l'arbre  $\alpha$  est transmis à la crémaillère par un bras de levier  $x$  (distance entre l'axe de l'arbre  $\alpha$  et l'axe

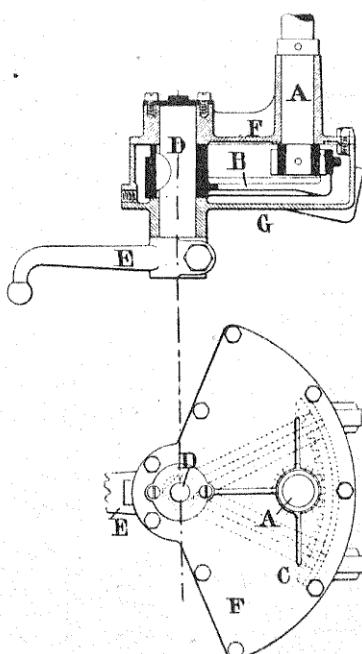


Fig. 105. — Direction à pignon et secteur denté intérieurement.

primitif des dents de la crémaillère). Si on fait tourner le volant d'un demi-tour à droite ou à gauche, l'axe de l'arbre  $\alpha$  s'éloignera de la crémaillère d'une distance double de l'excentrage, l'effort sur le

volant de direction se transmettra à la crémaillère avec un bras de levier  $x'$  (voir coupe inférieure de la figure 104) beaucoup plus grand que  $x$ , le mouvement de translation de la crémaillère sera à ce moment à son maximum; l'inspection de la figure montre que pour le premier quart de tour de volant, à droite ou à gauche, la crémaillère se déplace d'un peu plus de deux dents et pour le second quart de tour elle se déplace de près de quatre dents (le pignon de commande  $e$  ayant 12 dents). En  $k$ , comme on le voit sur la figure 103, vient s'articuler la bielle  $m$  commandant le braquage des roues.

*Directions à démultiplication par engrenages.* — Si au lieu d'une crémaillère on emploie un secteur, qui engrène avec le petit pignon de commande, on obtient une démultiplication par engrenages, le secteur est la plupart du temps à denture extérieure, plus rarement on le voit à denture intérieure, comme cela est représenté figure 105; quelque démultiplié que soit ce dispositif il n'est jamais irréversible. Dans ce type de direction beaucoup de constructeurs ont cherché la progressivité et l'ont résolue facilement.

La figure 106 nous montre un dispositif américain (Briscoe Mfg. Co) qui rappelle la crémaillère de Brillié que nous avons décrite plus haut (fig. 104): la colonne de direction A porte à sa partie inférieure un excentrique B tournant dans un collier C; ce collier oscille lorsque l'excentrique tourne, mais ne peut être entraîné par lui, une queue H coulis-

sant dans un logement K l'empêchant de tourner. A la partie inférieure de la pièce C est fixé un pignon D engrenant avec une roue E à denture intérieure; cette roue E porte une douille L sur laquelle est fixé le levier de commande F. Quand l'excen-

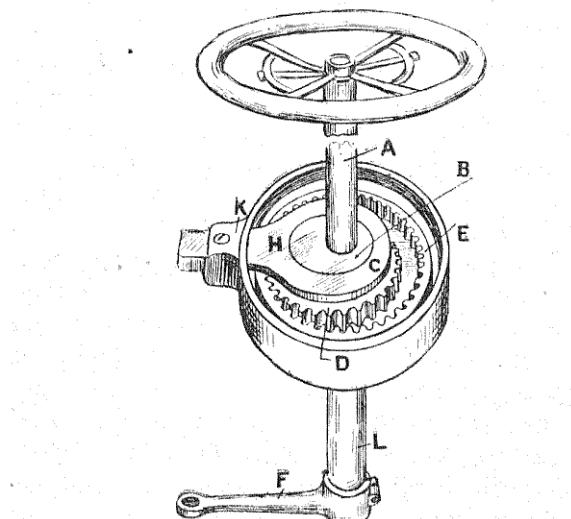


Fig. 106. — Direction progressive à engrenages.

trique B tourne, la pièce C et le pignon D sont poussés soit à droite, soit à gauche, suivant le sens où l'on tourne le volant; de ce fait les dents du pignon roulant sur celles de la roue E donnent à cette dernière un mouvement de rotation dont l'amplitude par rapport à celle du volant de direction est variable et d'autant plus grande que la position des engrenages s'écarte de la normale. Le

mécanisme est entièrement enfermé dans un carter, donc d'un graissage et d'un entretien facile. Lors-

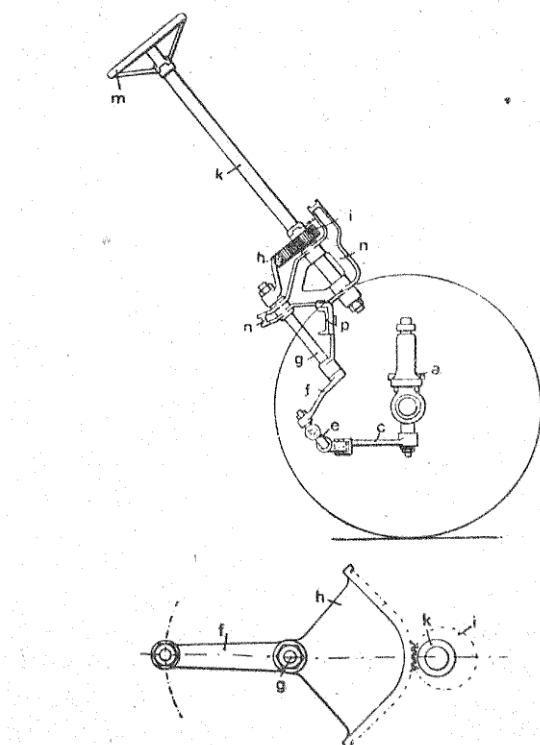


Fig. 107. — Direction progressive à secteur parabolique.

que les roues de direction sont droites, l'appareil est presque insensible aux petits mouvements du volant de direction et offre une certaine irréversi-

bilité; pour de légères déviations des roues avant il faut faire d'assez grands mouvements au volant, mais plus l'angle de braquage devient grand, plus le rapport des angles décrits par le volant et par le levier de commande F s'approche de l'unité.

Une autre commande progressive est indiquée par la figure 107; sur la tige de direction k est monté un pignon excentré i engrenant avec un secteur h de forme parabolique, ce secteur est fixé sur un arbre de renvoi g lequel porte à sa partie inférieure le levier f de commande du quadrilatère. Comme dans les précédents appareils progressifs décrits, celui-ci nécessite de grands mouvements angulaires du volant de direction pour les petits angles de braquage ou pour les corrections de direction en ligne droite, et permet une commande rapide pour les virages de petits rayons.

Dans certaines directions, les engrenages droits sont remplacés par des engrenages coniques, comme on le voit fig. 108; sur la tige de direction est fixé en A un petit pignon conique qui engrène avec le secteur B claveté sur l'arbre C lequel porte le levier de commande D; pour pouvoir faire le secteur B le plus léger possible, le constructeur a disposé derrière la denture une butée réglable E.

Quelquefois, au lieu d'une seule paire d'engrenages, on en trouve plusieurs, ou bien voit-on une ou deux paires d'engrenages droits et une paire d'engrenages coniques, ces derniers sont nécessités par l'inclinaison de la colonne de direction.

*Directions à démultiplication par vis sans fin ou*

*par engrenages hélicoïdaux.* — Ce genre de démultiplication est le plus répandu : une vis sans fin V (fig. 109) fixée à la tige de direction commande un secteur denté S portant le levier de commande ;

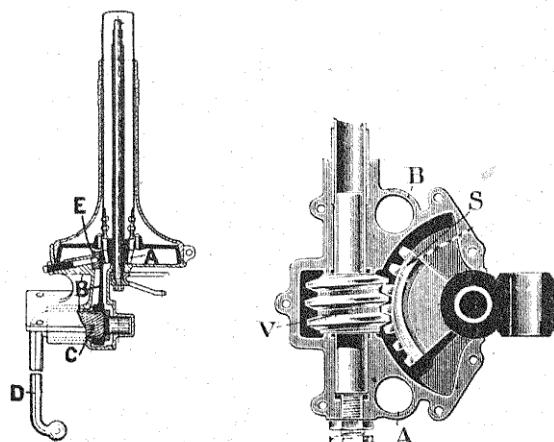


Fig. 108.  
Direction à engrenages  
coniques.

Fig. 109.  
Direction à vis sans fin,  
à réglage inférieur.

quelquefois ce dernier est fixé sur le même axe que le secteur. La vis se fait généralement à trois ou quatre filets en acier cémenté et trempé, et le secteur (portant une denture correspondante à une division de  $\frac{1}{20}$  à  $\frac{1}{28}$  de la circonférence) se fait soit en bronze dur, soit en acier demi-dur, soit même en acier cémenté et trempé. La démultiplication est d'environ un cinquième à un huitième

La maison Panhard et Levassor fut une des premières à adopter ce système, elle le monte sur ses voitures depuis 1895 (1).

Certains constructeurs, au lieu d'employer un secteur d'une dimension correspondante à ce qu'il est nécessaire, emploient une roue entière commandée par la vis; de cette façon, lorsqu'après un certain temps d'usage, la direction a pris un peu de jeu, on y remédie en changeant les dents en prise. Les directions par vis sans fin ne diffèrent entre elles que par la façon de maintenir la vis et le secteur, et le moyen d'éviter ou de porter remède au jeu que peut prendre le dispositif.

La vis sans fin B de la figure 110 est maintenue en place par la bague en acier *d* et l'écrou F portant des crans *f*, qui permettent de rattraper le jeu vertical que peut prendre l'arbre portant la vis. Les réactions et les chocs que subit le levier M sont transmis, par le secteur C et la vis sans fin, aux points *b* et *d*; si les portées en ces points sont trop faibles ou mal étudiées, l'usure est rapide et l'on a immédiatement une direction avec du jeu, c'est pour cela que l'une des deux butées est réglable comme on le voit sur la figure; ici c'est la butée supérieure F, à l'aide de crans *f* qui peut se régler et un doigt *e* entrant dans l'un des crans empêche le desserrage par les trépidations. Nous

1. Dans une voiture bien établie, il faut que le rapport de la course angulaire du volant à celle des roues soit compris entre 6,5 et 7,5; on a ainsi une commande douce et d'une manœuvre facile.

voyons aussi, au carter de la direction, deux bouchons, un à sa partie supérieure D et l'autre à sa partie inférieure en A; le premier, D, permet de faire pénétrer l'huile ou la graisse servant à lu-

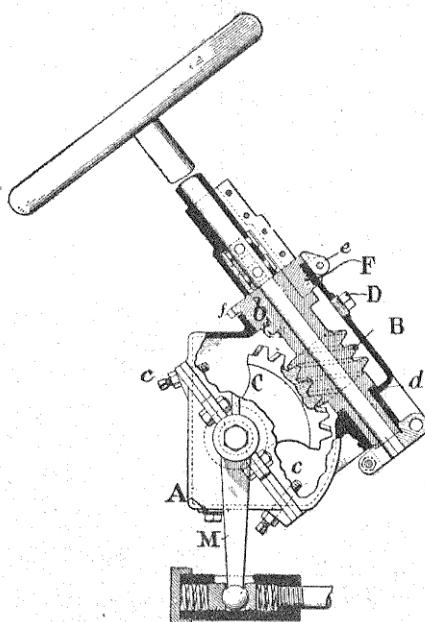


Fig. 110. — Direction à vis sans fin, à butée supérieure réglable.

brifier la vis et ses butées; l'autre A sert de bouchon de vidange, lorsque l'on veut nettoyer au pétrole l'intérieur de la boîte de direction; tous les constructeurs devraient ménager ces orifices, car l'huile que l'on met de temps en temps, non seule-

ment qu'elle adoucit le mouvement, diminue l'usure de la vis et du secteur et augmente ainsi

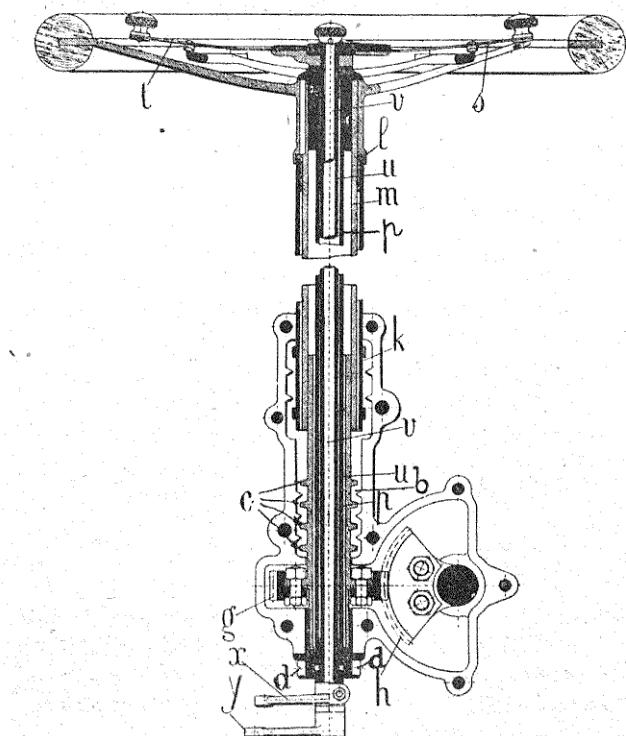


Fig. 111. — Direction à engrenages hélicoïdaux.

la durée de l'appareil. Nous remarquerons aussi les vis *c* qui permettent de régler, de l'extérieur, la course du secteur dans un sens ou dans l'autre.

Pour éviter l'usure trop rapide des butées des faces de la vis, ainsi que pour diminuer la résistance produite par leurs grandes surfaces de frottement, beaucoup de constructeurs ont mis des roulements à billes de chaque côté de la vis, la butée inférieure restant réglable.

La figure 111 représente la direction de Dion-Bouton, la vis *g*, moins longue et d'un plus grand diamètre que dans les types décrits ci-dessus, est ainsi devenue une roue à denture hélicoïdale, laquelle entraîne le secteur *h*; les butées qui doivent supporter les réactions verticales sont remplacées par un palier à cannelures *b*, en métal antifriction, l'arbre sur lequel est fixé la vis *g* porte quatre cordons *c* qui viennent s'ajuster exactement dans les gorges du palier; ce montage, augmentant les surfaces de frottement, diminue et même peut annuler complètement l'usure.

*Directions à démultiplication par vis et écrou, dont l'écrou agit directement sur le levier de commande.* — Ce genre de direction est un peu plus cher à établir que la vis avec secteur, mais en plus de sa grande robustesse et de son usure moindre, ce modèle donne une très grande douceur de manœuvre, puisque les surfaces de frottement transmettant l'effort sont plus grandes que dans le secteur (elles sont au moins dix fois supérieures); les directions de ce type diffèrent entre elles par le mode d'entraînement central et par les butées. La figure 112 représente la boîte de direction des voitures Bayard-Clément; le tube de commande

qui passe à l'intérieur du coussinet en bronze T porte à sa partie supérieure la colonne de direction et le volant; à sa partie inférieure est fixée la vis *s* à quatre filets; un écrou en bronze *a* peut se déplacer verticalement sous l'action de la vis;

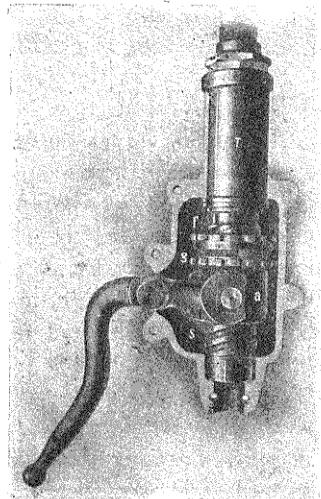


Fig. 112. — Direction à vis et écrou, avec écrou à rattrapage de jeu.

de chaque côté de cet écrou se trouve un tourillon portant un osselet coulissant dans une fourchette appartenant au levier de commande. La particularité de cette direction réside dans le rattrapage de jeu de l'écrou : à la partie supérieure de celui-ci, *a*, se trouve une douille filetée intérieurement au

pas de la vis, extérieurement elle peut coulisser dans la partie supérieure de l'écrou, disposée à cet effet; deux ergots s'emboîtant dans des rainures de *a* empêchent la douille de tourner. Un écrou genre *bague de presse-étoupe f* vissé sur l'écrou principal *a* vient s'appuyer sur la partie supérieure de la douille, un contre-écrou *g* peut immobiliser l'écrou dans toutes ses positions. Lorsque l'usure *a* produit un certain jeu dans la vis, il suffit, en agissant sur le contre-écrou *g* et l'écrou *f*, de faire descendre la douille, l'écrou *a* est tiré vers le haut et vient s'appliquer contre le dessous des filets de la vis.

Dans ce type de direction, il est préférable de donner à l'écrou de telles dimensions, surtout en longueur, que l'usure soit presque nulle, car tous les systèmes de rattrapage de jeu sont onéreux à établir, et de plus un seul côté du filet travaille; ainsi dans le dispositif décrit ci-dessus les filets de l'écrou *a* ne travaillent que par leurs faces supérieures et les filets de la douille de rattrapage par leurs faces inférieures.

La vis de direction (fig. 112) est guidée (dans le carter en acier moulé qui loge tout le mouvement) à sa partie supérieure et à celle inférieure dans deux coussinets en bronze phosphoreux, celui de la partie supérieure sert de butée à la vis.

La figure 113 représente le même type de direction mais très simplifiée : l'écrou porte de chaque côté un tourillon *F* sur lequel s'asseoit la pièce *G* qui couisse dans la fourchette du levier

de commande de direction L; la vis tourne entre deux butées à billes *a* et *d*, celle inférieure *d* est réglable par l'écrou *b*; ce réglage peut d'ailleurs être économisé, son utilité étant contestable.

Dans le genre de direction que nous venons de voir, l'effort passe par les tourillons situés de chaque côté de l'écrou; par leur disposition même,

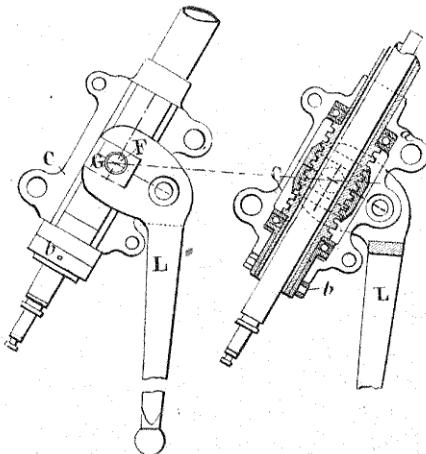


Fig. 113. — Direction à vis et écrou, avec dés d'articulation. comme on peut le juger sur les figures 112 et 113, le diamètre de ces tourillons est forcément très limité, puisque l'augmentation de ce diamètre entraîne de grandes dimensions pour les fourchettes du levier de commande; aussi préférons-nous la disposition montrée figures 114 et 115, qui a été employée par les maisons Daimler, Pipe, Argyll, Standard, etc... En B (fig. 114) est la vis, action-

née par le volant de direction, qui fait monter ou descendre l'écrou C en deux parties; le filet au lieu d'être de section carrée est prismatique, comme on

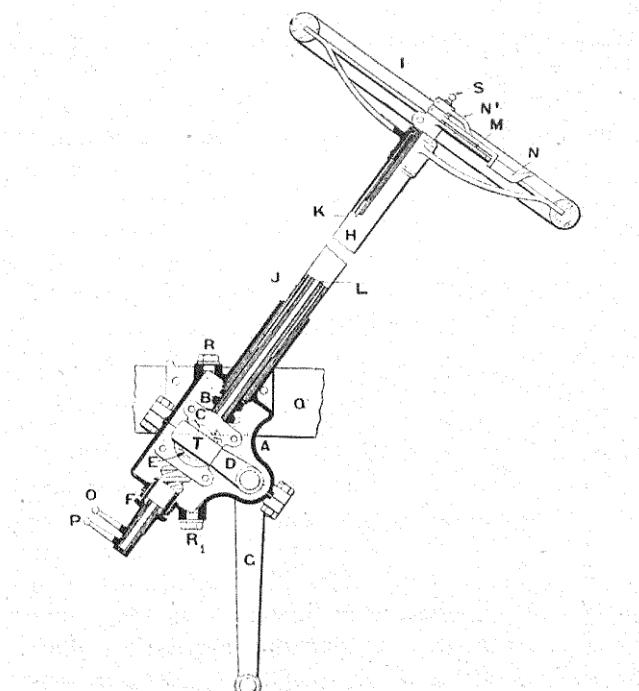


Fig. 114. — Direction à vis et écrou en deux pièces,  
avec rotules.

le voit dans la coupe au-dessus de l'écrou; cette forme a été adoptée par le constructeur pour permettre de retirer le jeu de l'écrou, après usure, en rapprochant les deux demi-parties de l'écrou;

nous ne croyons pas que cette réparation ait été bien efficace, si elle a jamais été faite ! L'écrou C, au lieu de porter deux tourillons comme dans les figures 112 et 113 porte deux alvéoles diamétralement opposées, dans lesquelles viennent se loger des osselets E en acier trempé, formant rotules et oscillant dans les alvéoles, ils sont munis de deux rainures dans lesquelles viennent s'engager les extrémités T du levier D calé sur le même axe que le levier de commande G. Lorsque l'écrou monte ou descend, les osselets E oscillent dans leurs logements de l'écrou C et les tiges T coulissent dans leurs rainures respectives. La butée verticale de la vis est réglable par l'écrou F. Le carter A, en acier coulé, porte les bouchons de remplissage d'huile R et de vidange R<sub>1</sub>.

Dans la figure 115 est indiqué un dispositif qui évite de claveter la fourchette de l'écrou et le levier de commande sur un même arbre; ces parties peuvent être forgées de la même pièce comme c'est le cas ici : D, E et les tourillons G sont d'une seule masse; ce dispositif a l'inconvénient de donner un carter moins étanche que le montage précédent, l'étanchéité autour du bossage H étant difficile à obtenir. Les réactions verticales sont absorbées par les cannelures B qui, offrant une très grande surface de frottement, évitent le jeu mais donnent un peu de résistance si elles ne sont pas bien graissées. L'écrou J est, ici, en un seul bloc, et pour éviter un certain coincement qui pourrait se produire, dans les rotules, par l'entraî-

nement de l'écrou autour de la vis, on a ménagé un ergot F coulissant dans une rainure. D'autres constructeurs, employant ce genre de directions,

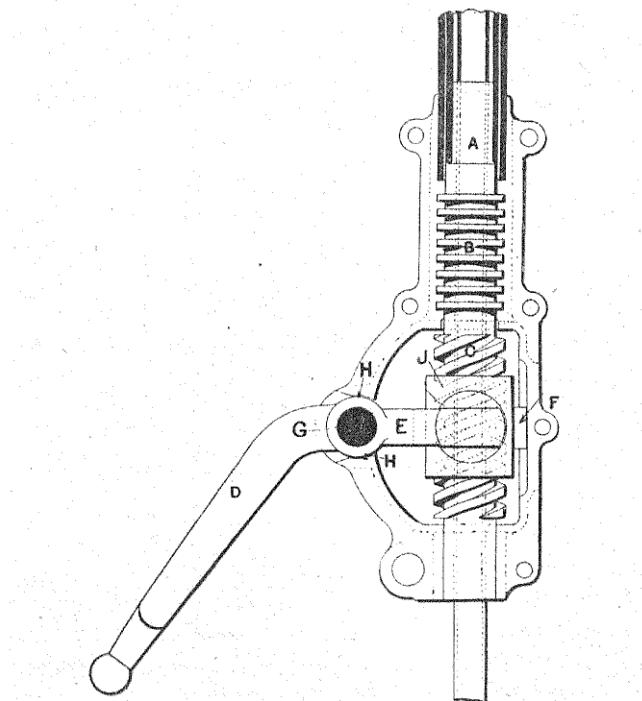


Fig. 115. — Direction à vis et écrou, avec rotules.

font buter les extrémités de la vis sur des roulements à billes.

*Directions à démultiplication par vis et écrou, dont l'écrou agit sur le levier par un lien inter-*

*médiaire; directions à double vis et à vis à double filet (intérieur et extérieur).* — Dans cette catégorie de directions, les constructeurs ont recherché, en plus de la grande robustesse, à éviter l'usure rapide et surtout, dans les modèles à double vis,

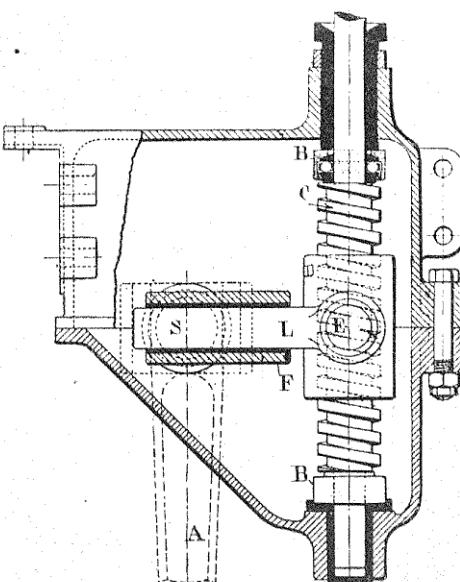


Fig. 116. — Direction à vis et écrou, avec levier de commande à coulisse.

à pouvoir facilement rattraper le jeu de l'écrou, malheureusement toutes sont compliquées, plus ou moins, comme nous allons le voir, mais sûrement de trop pour les résultats que l'on a obtenus. La plus simple de ce groupe est représentée fig. 116,

elle s'approche des types précédemment étudiés : la vis C, que fait tourner le volant de direction, actionne un écrou D d'une seule pièce ; cet écrou porte de chaque côté un tourillon E dans lequel s'engage de part et d'autre un œil situé à l'extrémité d'une tige L, coulissant dans une douille F baguée de bronze ; les deux douilles F sont forgées avec l'arbre S, qui porte claveté à l'une de ses extrémités le levier A de commande de la direction ; on comprend facilement, en regardant la figure, le fonctionnement de l'ensemble : lorsque l'écrou D monte ou descend, les tiges L s'inclinent en oscillant autour de E et elles meuvent les fourreaux F qui entraînent le levier A. A chaque extrémité de la vis se trouve une butée à billes B. Cette direction a le défaut d'être inversement progressive.

Dans la direction représentée fig. 117, l'écrou Q<sub>1</sub> est en deux pièces, et son montage est fait de telle façon que jamais cet écrou puisse prendre du jeu ; les deux portions d'écrou, séparées par un petit intervalle, portent des bossages rectangulaires T sur lesquels glissent les segments de rotules Q<sub>2</sub> maintenus en place par les bras de pièces spéciales Q<sub>4</sub> et Q<sub>5</sub> à double branche (rappelant la forme de ciseaux) dont l'articulation se fait sur l'arbre Q<sub>3</sub>, une paire de ces branches Q<sub>4</sub> est clavetée sur l'arbre et peut le faire osciller en entraînant le levier de commande de la direction ; l'autre paire Q<sub>5</sub> est folle sur cet arbre. Les petits bras des pièces Q<sub>5</sub> sont reliés par un axe Q<sub>6</sub> por-

tant un œil en son milieu; cet œil est traversé par un boulon  $Q_7$  qui passe également dans des trous percés aux extrémités des petits bras des pièces  $Q_4$ ; sous la tête du boulon  $Q_7$  est placée une rondelle à ressort, tendant à rapprocher les branches des ciseaux et appliquant for-

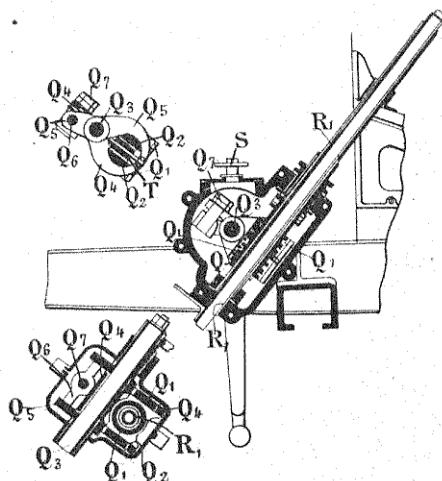


Fig. 117. — Direction à vis et écrou, avec rattrapage automatique du jeu de l'écrou.

tement les portions de rotules  $Q_2$  contre le demi-écrou correspondant, de cette façon les deux parties d'écrou sont toujours rappelées l'une vers l'autre et, comme chacune porte sur la face opposée du filet, la vis reste sans jeu. Par le regard  $Q_8$  muni d'un bouchon  $S$ , on peut facilement serrer le boulon  $Q_7$  quand le besoin s'en fait sentir,

c'est-à-dire lorsque la vis a pris plus de jeu que n'en peut compenser le ressort. La vis bute de chaque côté sur un roulement à billes, et celui de la partie supérieure est réglable par un écrou et un contre-écrou extérieur. Pour ne pas que l'écrou

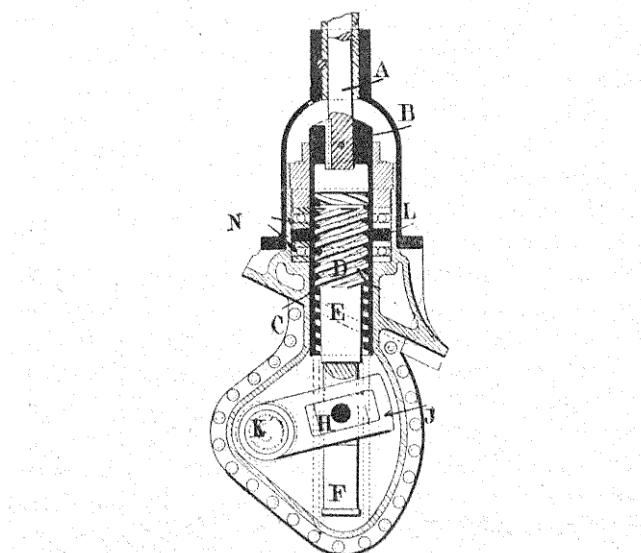


Fig. 118. — Direction à écrou fixe et vis mobile.

puisse être entraîné par la vis dans son mouvement de rotation, il frotte, par ses côtés, dressés spécialement, contre le carter de direction.

Dans la direction indiquée figure 118, l'écrou tourne mais n'a pas de mouvement vertical, c'est la vis qui monte ou descend et agit sur le levier

de commande. A la partie inférieure de la tige verticale de direction A est clavetée une pièce B évidée sur presque toute sa hauteur et formant un écrou borgne C; un épaulement extérieur L placé entre deux roulements à billes N maintient l'écrou en place et l'empêche de se déplacer verticalement; une courte vis D, placée à l'intérieur, porte une tige E qui, en bas, se divise en deux joues F formant fourche; un boulon G traverse les côtés F et, à l'aide de la rotule H qui coulisse dans le levier J, commande l'axe K sur lequel est fixé le levier de commande des pivots de l'essieu avant. Ce genre de direction, bien établi, possède de sérieuses qualités et peut durer longtemps.

Dans la direction représentée fig. 119, nous retrouvons la tige de direction faisant corps avec l'écrou; la partie inférieure B de la vis porte un cadre dans lequel sont logés deux osselets, E et D, enserrant une rotule C appartenant au levier F forgé avec l'axe sur lequel est claveté le levier de commande G; lorsque la vis monte ou descend, entraînant de cette façon le levier F, les pièces E et D coulissent dans leur cadre dont la partie inférieure J est réglable par la vis H; on rattrape de cette façon le jeu de la rotule aussi bien que celui des pièces E et D dans leur glissière; ce montage est solide lorsqu'en C la pièce forme deux tourillons placés de chaque côté de F et les osselets E et D deviennent deux demi-coussinets enserrant presque totalement les tourillons.

Plusieurs constructeurs ont établi des directions

avec vis et crémaillère; la figure 120 en représente

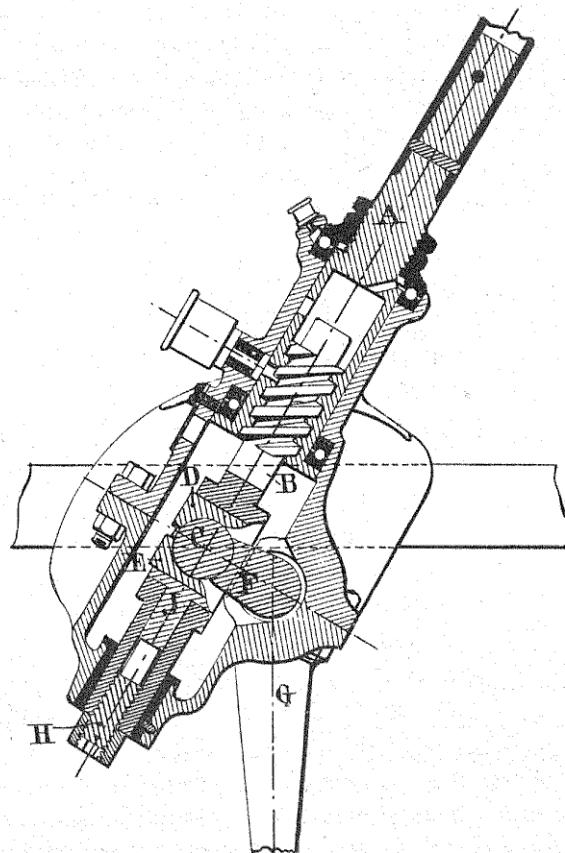


Fig. 119. — Direction à vis mobile et rotule.

le principe : la vis C, solidement maintenue verticalement, est fixée sur la tige de direction ; l'écrou

D, guidé dans une cannelure  $D_1$  pour éviter sa rotation, est taillé d'un côté en forme de crémaillère D ; cette crémaillère est quelquefois rapportée et souvent double, dans ce cas elle est située de

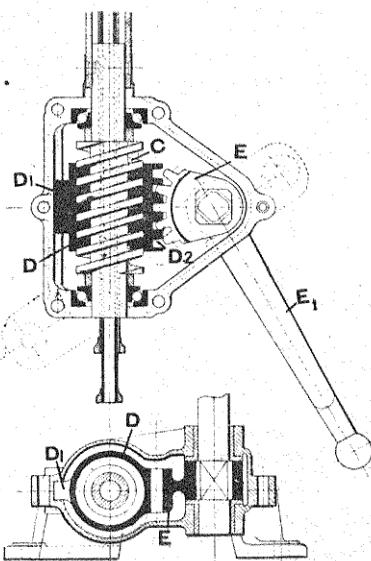


Fig. 120. — Direction à vis et écrou denté commandant un secteur.

part et d'autre de l'écrou. Un secteur denté E (ou deux dans le cas de la double crémaillère) claveté sur l'arbre qui porte le levier de commande  $E_1$ , engrène avec la crémaillère. Le mouvement est facile à comprendre : si l'on fait tourner la vis, l'écrou D monte ou descend et la crémaillère fait

osciller le secteur E. Dans cette direction, les articulations, rotules ou glissières sont supprimées, c'est là sa grande qualité.

Nous allons étudier maintenant quelques directions à double filetage, dont le principe réside sur le fait de ne faire travailler qu'un côté du filet, ce qui permet un réglage facile et un rattrapage aisément des jeux. Dans la figure 121 la tige de direction

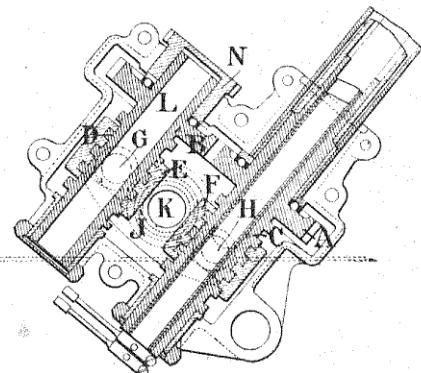


Fig. 121. — Direction à double vis.

porte à sa partie inférieure une roue dentée A et une vis C; le pignon A en commande une deuxième B portant également une vis D absolument semblable à la première C; des écrous E et F peuvent se déplacer verticalement sur ces vis, chacun de ces écrous porte deux bossages G (et H) diamétralement opposés et munis de bagues ou galets trempés, lesquels appuient sur les extrémités d'un balancier J., dont l'oscillation entraîne

l'arbre K sur lequel est claveté le levier de commande de direction. Le mouvement est le suivant: si l'on tourne le volant de direction dans un certain sens, l'écrou F, par exemple, montera; le pignon A, en tournant, entraînera la roue dentée B en sens contraire, comme les filetages sont semblables et les engrenages A et B identiques, l'écrou E descendra d'une quantité égale à la montée de F, et en descendant les galets G feront osciller le balancier J, toujours maintenu sans jeu par les galets H de l'autre écrou; dans l'autre sens ce seront les galets de l'écrou F qui appuieront et ceux de l'écrou E qui maintiendront le balancier; par l'unique écrou N on réglera le jeu du balancier, par conséquent de tout l'ensemble.

Si maintenant on supprime les engrenages et que l'on réunisse les deux filetages en une même pièce on obtiendra le dispositif représenté fig. 122, sur lequel plusieurs brevets ont été pris, différant seulement par quelques petits détails de construction: une pièce G, fixée à la tige de direction, porte à sa partie inférieure, en E, un double filetage, l'un extérieur et l'autre intérieur, du même pas mais de sens contraire; un écrou avec talon D et une vis, également avec talon, D', peuvent se déplacer verticalement sous l'action de la pièce à double filetage E; les talons D et D' reposent par une petite pièce en acier trempé sur les galets C et C' fixés aux extrémités d'un balancier tourillonnant en N et faisant corps avec l'arbre sur lequel est claveté le levier de commande de direction. Lorsque, avec

le volant de direction, on tourne la pièce à double filetage E dans un certain sens, D se dévisse, par exemple, pendant que D' se visse d'une quantité égale, obligeant ainsi le balancier à osciller d'une quantité correspondante, le mouvement de ce balancier est le même que celui de la figure 121 à double vis. Le ratrappage de jeu se fait par l'écrou

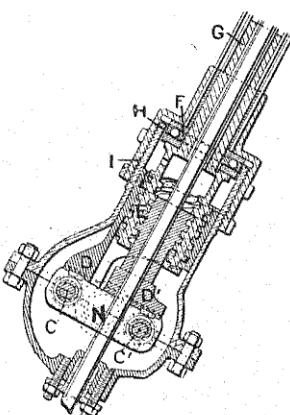


Fig. 122. — Direction avec écrou à double filetage.

I, appuyant la pièce E vers le bas par l'intermédiaire du roulement à billes F ; les filets du double filetage ne travaillant que dans un sens, l'appareil peut être réglé sans jeu quel que soit celui qui existe dans le filetage.

*Directions dont la démultiplication est obtenue par un dispositif non compris dans les cinq types précédents (cames, spirales, etc.).— Dans ce groupe d'appareils se trouvent principalement les direc-*

tions pour voitures légères et à bon marché, où les inventeurs ont cherché à obtenir une certaine irréversibilité qui, seule, assure la sécurité de la direction, par des moyens simples de construction, donc peu compliqués. Nous rappelons, pour mémoire, la direction à cames, système Denis, que la Société Malicet et Blin a construit pendant quelques années et vendu sous le nom de *direction Aristos*: la tige de direction, sur laquelle était fixé le volant se terminait à la partie inférieure par deux surfaces hélicoïdales où roulaient deux galets fixés sur une coquille mobile, qui prenait un mouvement d'oscillation lorsqu'on imprimait un mouvement de rotation au volant, comme cette coquille mobile était reliée au levier de commande, elle entraînait les roues; cette direction, irréversible en ligne droite, était réversible en courbe, facilitant ainsi le redressement des roues. Comme il n'y avait, pour ainsi dire, aucune démultiplication, l'application de ce dispositif s'est limitée à quelques petites voitures de faible puissance.

La figure 123 représente la direction Gobin et Duval qui, tout en étant très simple, est irréversible et présente une certaine robustesse; la tige de direction se termine, à sa partie inférieure, par un plateau portant deux spirales concentriques en saillie A, ayant en coupe le profil d'une denture de crémaillère comme on le voit en A<sub>1</sub> sur la figure; un secteur B de denture ad hoc engrène avec le plateau, ce secteur est calé sur l'arbre portant le levier de commande de direction. En agissant

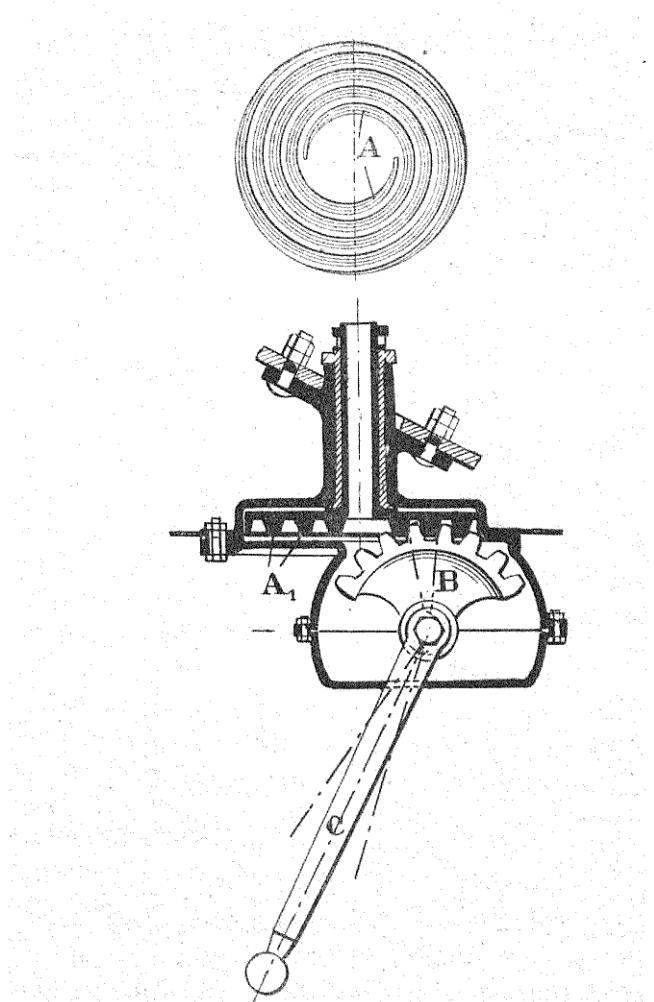


Fig. 123. Direction avec plateau à spirales.

sur le volant le plateau tourne, lequel par sa den-

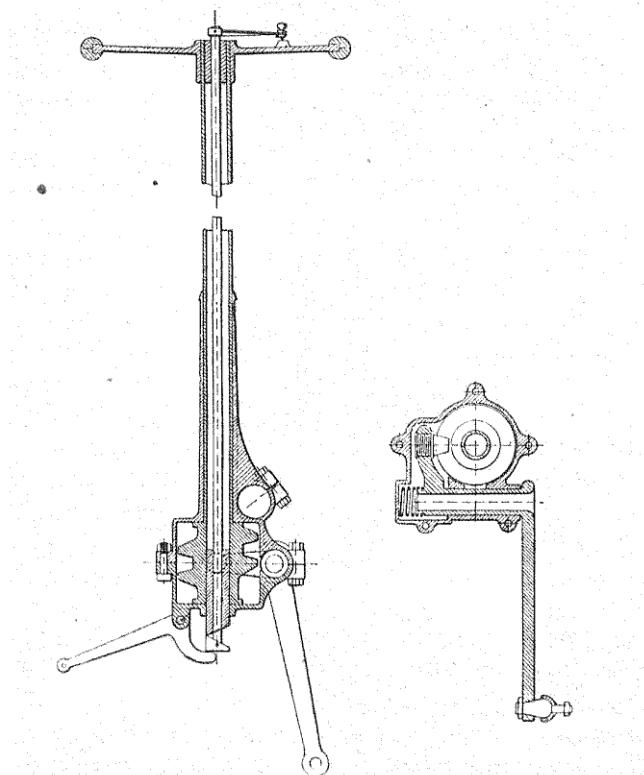


Fig. 124. — Coupes verticale et horizontale de la direction.  
Sizaire et Naudin.

ture fait tourner le secteur, déplaçant ainsi le levier C.

Nous pouvons voir, figure 124, une autre direc-

tion extrêmement simple, c'est celle des voitures légères Sizaire et Naudin: le volant de direction commande directement une forte vis à filet unique, en acier cémenté et trempé; dans le filet de cette vis s'engage un ergot conique vissé et rivé à l'extrémité d'un levier forgé d'une seule pièce avec son axe et le levier de commande de la direction; un ressort, que l'on voit sur le plan, oblige toujours l'ergot d'être engagé à fond dans le filet, de cette façon il n'y a jamais de jeu malgré le peu de contact des surfaces frottantes: c'est d'une très grande simplicité de construction.

Certains inventeurs ont cherché le moyen de rendre la direction irréversible à la volonté du conducteur, c'est-à-dire d'opérer sur un système de verrouillage simple à faire agir; parmi les plus curieux, nous citerons le verrouillage hydraulique Lemp, représenté figure 125; ce dispositif consiste en deux petits pistons travaillant chacun dans un cylindre séparé rempli d'huile ou d'un autre liquide convenable; les cylindres peuvent communiquer ensemble par de petits passages A et B, placés à leur partie inférieure, pouvant être ouverts ou fermés par un tiroir cylindrique dont le déplacement est obtenu en pressant l'une contre l'autre les deux demi-parties du volant: la partie inférieure s'élève et entraîne la tige D passant à l'intérieur de la colonne de direction et sur laquelle est fixé le tiroir C faisant communiquer les deux cylindres ou les isolant. Les deux pistons sont reliés ensemble par un balancier G, fixé solidement sur l'ar-

bre N qui porte le levier de commande de direction relié aux roues avant; sur cet arbre est également monté le secteur denté F qui engrène avec le pignon conique E claveté sur la colonne de direction. En N est donc le point d'oscillation du balancier G et du secteur F, réunis ensemble. Le fonc-

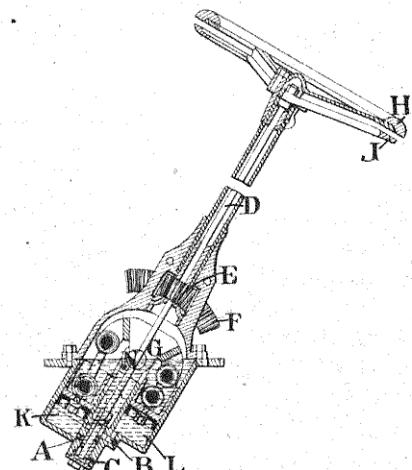


Fig. 125. — Direction avec frein hydraulique.

tionnement est le suivant: avant de tourner le volant il faut presser les deux parties H et J l'une contre l'autre, de ce fait les deux cylindres K et L communiquent entre eux et le secteur F entraîné par le pignon E (tournant avec le volant) peut osciller puisque les pistons peuvent monter et descendre. Si, maintenant, on laisse les deux parties du volant s'écartez, la communication entre les deux

cylindres est interrompue et l'on ne peut plus tourner le volant, ou inversement, les chocs que subissent les roues directrices ne peuvent pas faire dévier le volant. Les orifices de passage du petit tiroir C peuvent être faits de telle façon que le verrouillage n'a lieu qu'en marche normale, (en ligne droite) de la voiture.

Avant d'aborder l'étude de l'essieu arrière, nous

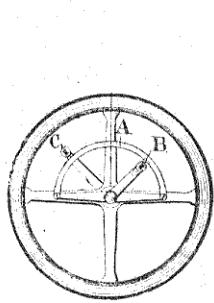


Fig. 126.  
Volant de direction  
avec manettes superposées.

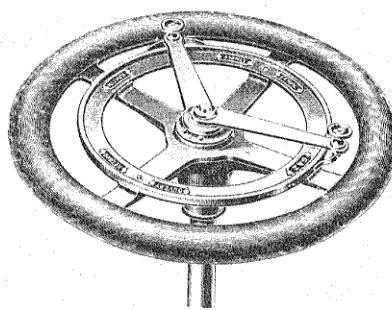


Fig. 127.  
Volant de direction  
avec manettes opposées.

dirons quelques mots des commandes accessoires montées sur la colonne de direction et formant, pour ainsi dire, corps avec elle. Presque toujours on remarque une ou deux manettes munies d'un petit bouton, placée sur le volant de direction comme on le voit figures 126 et 127. Généralement l'une sert à étrangler l'arrivée des gaz à l'aspiration du moteur et l'autre sert à régler le moment de l'allumage du mélange explosif. Lorsqu'il n'y a qu'une

manette elle sert, la plupart du temps, à régler l'aspiration des gaz. Nous ne parlerons pas des effets obtenus par ces réglages, car ils appartiennent au domaine du moteur et sont étudiés dans le volume de la *Bibliothèque du Chauffeur* qui lui est spécialement réservé; mais nous décrirons les principaux mécanismes de commande montés sur la direction.

Le plus simple est le mouvement direct; la manette est clavetée sur la même tige (pleine ou creuse) que le levier inférieur correspondant, comme on le voit très bien figure 111; le secteur des manettes doit être tenu immobile, il est fixé sur un tube ne tournant pas, maintenu généralement par des goupilles entre cuir et chair, placées à sa partie inférieure et traversant le support de direction (on appelle goupiller un tube entre *cuir et chair*, le maintenir par une goupille qui ne traverse pas le tube; au lieu d'être placée suivant un diamètre, elle l'est suivant une *sécante* disposée de telle façon que la goupille ne débouche pas à l'intérieur du tube). Sur la figure 111, le tube *p* supportant le secteur des manettes est maintenu par deux vis *d* placées à la partie inférieure du carter de direction; la manette *s*, clavetée sur la tige *v* de plus petit diamètre, commande le levier inférieur *y* et la manette *t*, appartenant à la tige (tube) *u* entraîne le levier *x*. Les figures 108 et 114 nous montrent également des commandes à action directe montées sur d'autres types de direction.

La figure 102 représente un dispositif très sim-

ple et irréversible: les manettes sont toujours fixées à la partie supérieure de tubes concentriques, mais en bas, au lieu des leviers, sont clavetés des excentriques A et B (fig. 102), qui viennent agir (soit par un collier, soit, comme le fera une came appuyée contre un des leviers d'un mouvement de sonnette) sur les bielles de réglage allant au carburateur et au distributeur d'allumage; cette commande nécessite également un tube intérieur ne tournant pas.

Dans le système à came, le secteur peut être monté directement sur le volant: la manette est reliée à son moyeu par un bras en acier formant ressort; ce moyeu repose sur une rampe hélicoïdale et le secteur a également le même profil, de façon que le bras de la manette formant ressort n'offre pas plus de résistance en un point qu'en un autre; si l'on manœuvre le bouton de la manette, la tige centrale montera ou descendra suivant le sens de rotation; un ressort placé à la partie inférieure fait appuyer constamment le moyeu de la manette sur la came. En bas se trouve une bague à double épaulement qui entraîne le levier-fourche commandant la bielle de manœuvre. Quoique ce secteur et la came tournent avec le volant de direction, il ne peut se produire aucun déréglage.

Certains constructeurs ont placé la came (ou les cames dans le cas d'une double commande) à la partie inférieure, comme on le voit sur la figure 124: la manette fait tourner une tige portant à son extrémité inférieure une came reposant sur une contre-partie fixée au carter de direction; le levier de

renvoi appuie continuellement sur la came et suit son mouvement de va-et-vient.

Plusieurs directions portent des engrenages d'angle pour transmettre normalement les mouvements des manettes; les figures 128 et 129 représentent deux montages différents. A la partie inférieure

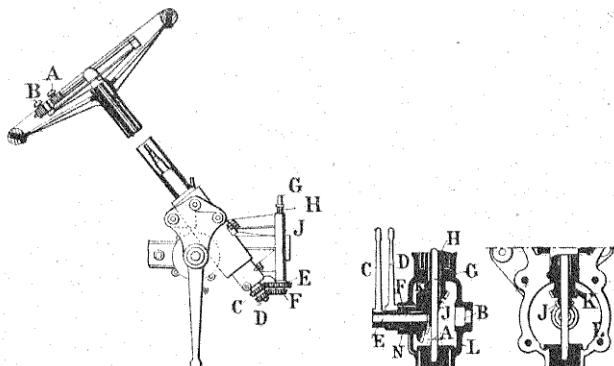


Fig. 128.  
Renvoi du mouvement  
des manettes  
par roues coniques extérieures.

Fig. 129.  
Renvoi du mouvement des  
manettes par roues coniques  
intérieures.

de chacune des tiges portant les manettes A et B (fig. 128) sont clavetés des petits pignons coniques C et D, qui engrènent avec des secteurs à denture conique correspondante, E et F, clavetés respectivement sur un des deux arbres G et H, passant tous deux dans une douille J appartenant au carter de direction; ils portent à la partie supérieure les leviers de commande allant au carburateur et à

l'allumage; cette disposition est un peu encombrante, la figure 129 représente un montage basé sur le même principe et beaucoup plus réduit comme emplacement: à la partie inférieure des tiges H et G, solidaires des manettes, sont fixés les pignons coniques J et K qui transmettent leur mouvement de rotation aux leviers C et D par l'intermédiaire des roues coniques clavetées sur les arbres E et F; le tout est contenu dans une boîte étanche L, appartenant au carter de direction. Dans certaines voitures on trouve une commande de chaque côté, c'est-à-dire qu'un des deux leviers C ou D est placé du côté B du carter; dans d'autres le pignon J est placé à la partie inférieure en A, et les petites roues coniques commandées deviennent des secteurs à denture conique. Cette disposition par engrenages donne une grande précision et un déréglage difficile à cause du peu de jeu que peuvent prendre les diverses pièces la composant; mais il faut un tube-support, pour le secteur des manettes, ne tournant pas et placé intérieurement à la colonne de direction. Dans les deux dispositifs suivants, représentés figures 130 et 131, et dont sont pourvues beaucoup de voitures actuelles, le tube-support intérieur n'est plus nécessaire, le secteur des manettes pouvant tourner avec le volant sans dérégler la position des leviers de manœuvre; dans l'un (fig. 130) c'est la vis qui tourne et fait monter ou descendre l'écrou, dans l'autre (fig. 131) c'est l'inverse: l'écrou tourne et fait manœuvrer la vis.

Dans la figure 130, le volant A entraîne, par la

collerette B, le tube extérieur C commandant le mécanisme de direction agissant sur les roues; un deuxième tube D, situé à l'intérieur de C, est maintenu fixe à sa partie inférieure de façon à ce qu'il ne puisse ni tourner ni se déplacer verticalement;

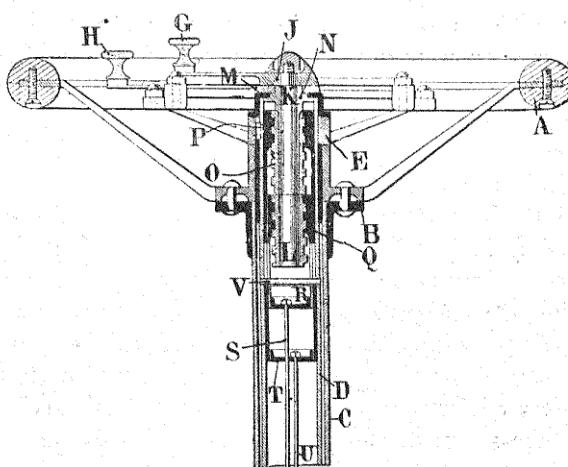


Fig. 130. — Renvoi du mouvement des manettes par vis et écrous mobiles.

ce tube D porte en E les deux secteurs, qui ne tournent pas avec le volant (ce qui est un bien, car tous les chauffeurs ont remarqué qu'en conduisant avec une direction dont les secteurs se déplacent avec le volant, l'on est un peu gêné dans la manœuvre lorsque l'on circule sur des routes sinuueuses; le conducteur, machinalement, cherche le bouton à l'endroit où il vient de le placer et si le volant a

été tourné pour une courbe de la route, il ne trouve plus la manette et tâtonne, ce qu'il faut éviter sur les voitures un peu rapides où les manœuvres doivent s'exécuter comme la pensée; pour cette cause, les directions avec secteur isolé du volant sont préférables). Le bouton G (fig. 130) appartenant au levier J entraîne la tige K qui porte la vis L qui ne peut ni monter ni descendre; lorsque cette vis tourne c'est donc l'écrou Q, lequel ne peut tourner à cause de la goupille V fixée dans le tube-support, qui est obligé de monter ou de descendre suivant le sens de rotation; il donne son mouvement ascensionnel à la tige S par l'intermédiaire du petit plateau R; cette tige S, tendue par un ressort, tire sur le levier de renvoi placé à la partie inférieure de la direction. L'autre bouton H donne un semblable mouvement à la tige U par la vis O, l'écrou P et le petit plateau T fixé à l'extrémité de la douille faisant corps avec l'écrou P.

Dans la figure 131, représentant la colonne de direction des voitures de Dion-Bouton, 15 chevaux, modèle 1907, nous retrouvons le même mouvement, mais inversé, c'est-à-dire que ce sont les écrous qui tournent sans pouvoir monter ou descendre, le mouvement de translation verticale est donné par les vis. Le secteur des manettes est fixé sur le volant de direction, lequel est claveté et serré par un boulon 28, à l'extrémité du tube 7; les manettes tournent donc avec le volant, chacune d'elles comprend un bouton moleté, rivé à l'extrémité d'une lame de ressort, 9 et 10, formant bras, dont l'autre

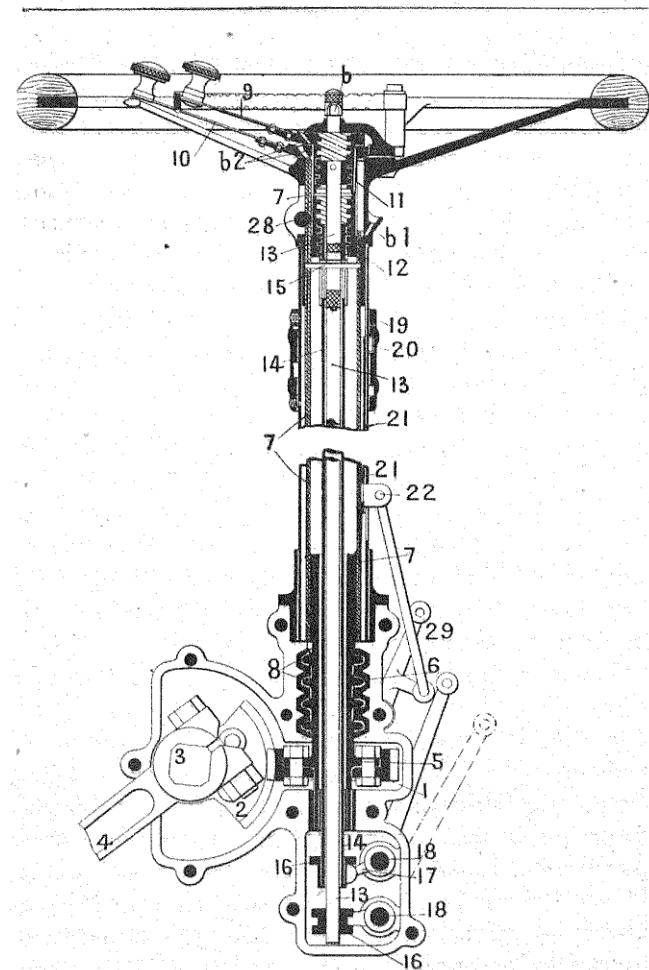


Fig. 131. — Renvoi du mouvement des manettes par écrous et vis mobiles.

extrémité est fixée à un écrou, 11 et 12; ces écrous en tournant font monter ou descendre les tiges 13 et 14 sur lesquelles ils sont respectivement fixés; une goupille 15, fixée dans le tube 7 (commande de la direction) et passant dans les mortaises pratiquées dans les tiges 13 et 14, empêche les vis de se déplacer dans le sens rotatif par rapport au volant de direction, donc par rapport au secteur et aux manettes; si le volant tourne, tout l'ensemble du système tourne, la position verticale des vis 11 et 12 ne change donc pas. A la partie inférieure des tiges 13 et 14 sont fixées des bagues à collet, 16, qui viennent entraîner les leviers de commande d'allumage et des gaz. Sur la figure 131, on voit une troisième commande: une bague moletée, 19, maintenue entre deux rondelles fixées sur le tube-enveloppe de la direction, porte intérieurement une rainure hélicoïdale dans laquelle peut se déplacer un doigt, 20, rivé sur un segment de tube, 21; la rotation de la bague 19 produit le mouvement vertical du demi-tube 21, lequel par sa partie inférieure et l'articulation 22 entraîne le levier qui vient agir sur le mélange d'air et de gaz du carburateur. Pour les deux manettes placées sur le volant : la plus petite donne l'avance à l'allumage et cette avance s'obtient en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre; la grande commande la position de l'étrangleur des gaz. Remarquons aussi sur cette même figure, les trous graisseurs b<sub>1</sub> et b<sub>2</sub>, situés à la partie supérieure et dont toute bonne direction doit être munie.

Le Syndicat des brevets Bowden vend, sous le nom de cartouche Bowden, un dispositif d'une grande simplicité dans lequel les commandes sont obtenues par les mouvements relatifs d'un tube et d'un câble souples en acier. Sur certaines voitures, l'appareil est commandé par la rotation de

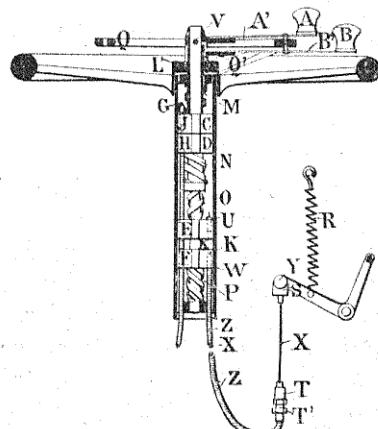


Fig. 132. — Renvoi du mouvement des manettes par transmission Bowden.

leviers ou de manchons tournant dans un plan vertical; sur d'autres, comme on le voit figure 132, les commandes se font à l'aide de manettes avec boutons semblables à celles que nous venons d'étudier. Le jeu des deux manettes est identique; nous allons expliquer seulement celui de l'une d'elles: A. Le secteur Q est fixé sur le volant de direction par un bras Q', et porte une cinquantaine de trous for-

mant crans d'arrêt, dans lesquels peut s'engager un ergot rivé sur la lame de ressort formant bras de la manette, un bouton A permet la manœuvre; chacune des manettes peut faire presque un tour complet; le moyeu est goupillé en V sur une tige passant à l'intérieur de la double vis MN, reliée à la deuxième manette B; cette tige porte deux filetages O et P, de même pas mais de sens contraire, portant chacun un écrou E et F muni d'un mameion coulissant dans une rainure du tube, empêchant ces écrous de tourner. On voit déjà que si l'on tourne la manette A les écrous E et F s'écartent ou se rapprocheront suivant le sens de rotation; un câble X, en fils fins d'acier très résistant, transmet ce mouvement à la pièce à commander; pour cela il est fixé en U à la partie supérieure de l'écrou E et passe en K dans l'écrou F, puis dans le tube flexible Z, lequel bute à la partie inférieure de F. Le levier qui doit être commandé est relié à la chape S par l'axe Y; le ressort R tient toujours le câble X tendu; une petite pièce T, avec une vis et un contre-écrou réglables, se fixe à une partie rigide de la voiture et sert de butée au tube flexible Z. Si, maintenant, l'on écarte les écrous E et F, le câble sera tiré en U et la chape S descendra, T restant fixe. Cette commande, bien établie, est assez précise pour les mouvements qu'elle doit commander (étranglement des gaz, avance à l'allumage, etc.). Il faut avoir soin de remplir de graisse consistante le tube flexible au moment du montage, et, plus tard, d'y couler un peu d'huile de temps à

autre (ce qui peut se faire du côté de la pièce T) car, sans cette précaution, les fils d'acier composant le câble en frottant dans les coudes contre la paroi intérieure du tube flexible, également en acier, s'y

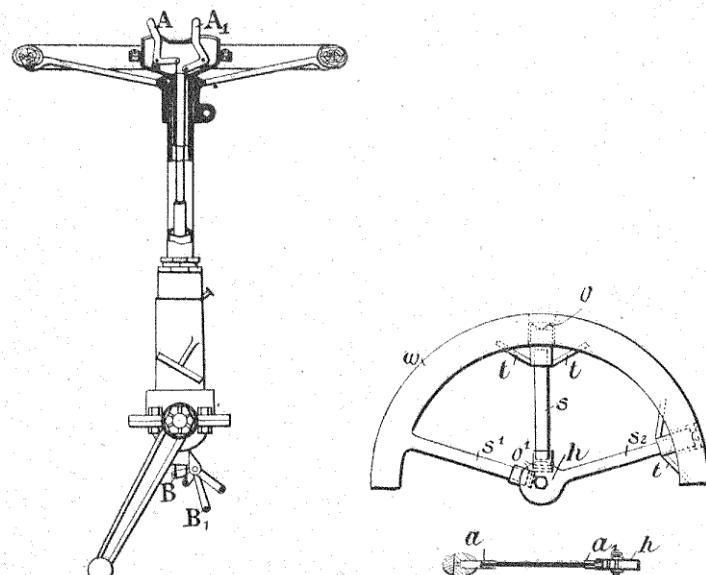


Fig. 133.  
Renvoi du mouvement des manettes  
par cable souple direct.

Fig. 134.  
Volant élastique.

usent, se coupent et viennent gêner le mouvement, jusqu'à même un jour l'arrêter tout à fait.

La figure 133 représente une commande par câble très simple: au centre du volant et à la partie inférieure du carter de direction, sont montés des mou-

vements à sonnette A et B, reliés entre eux par un câble métallique maintenu toujours tendu par un ressort fixé au mouvement inférieur; ce dispositif peut être monté sur un tube-support intérieur ne tournant pas, ou bien sur le volant lui-même, la torsion que subit le câble au moment d'un virage, torsion que subit le câble au moment d'un virage, variation de longueur suffisante pour porter préjudice au mécanisme.

Tous les conducteurs ayant eu entre les mains des voitures munies de roues garnies de caoutchouc plein ou de pneus de faible section, savent



Fig. 135. — Bras d'un volant élastique.

combien les doigts, et la main tout entière même, fatiguent lorsque l'on roule longtemps sur de mauvais pavés ou sur une route défoncée; les volants élastiques suppriment cet ennui. La figure 134 représente un de ces volants : la couronne *w* est réunie à son moyeu *h* par des bras *s* composés de lamelles en acier, coulissant en *a* et en *a'* dans des logements pratiqués dans le moyeu et dans la couronne; des ressorts *o* et *o'*, placés en bout des bras empêchent l'ensemble de ferrailler.

Dans d'autres modèles, les bras appartiennent ou au volant ou au moyeu et les petits ressorts ne sont placés qu'à une extrémité soit au moyeu comme en *s<sub>1</sub>*, soit au volant comme en *s<sub>2</sub>*.

La figure 135 montre un autre dispositif rem-

plissant le même but : les bras du volant sont coupés et disposés comme on le voit en *s* et en *t*; un doigt *r* réunit les deux morceaux, tenus écartés par un ressort qui absorbe les trépidations.

Quelques constructeurs ont cherché à rendre la position du volant de direction réglable, c'est-à-dire

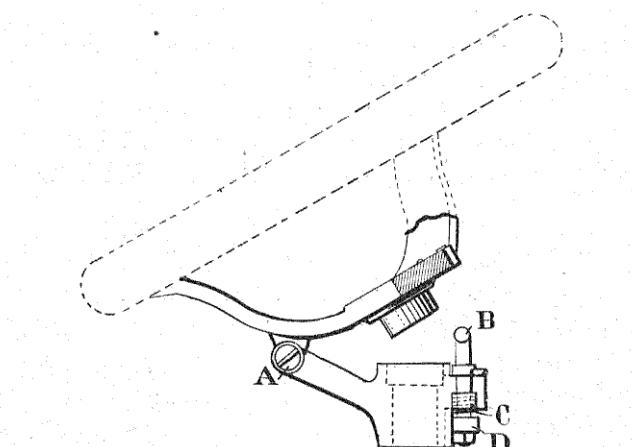


Fig. 136. — Volant à charnière

de pouvoir l'écarter plus ou moins du siège suivant la corpulence du conducteur; ce montage est très intéressant surtout pour les fiacres et les voitures de livraison faits en série, devant être conduits facilement et sans fatigue par des chauffeurs de toute taille. Un des moyens les plus simples est d'adopter le mode de fixation de la direction représentée figure 109 : deux trous *A* et *B* servent d'attaches après un support spécial portant un trou

correspondant à A et une mortaise correspondant à B, la direction peut ainsi prendre différentes inclinaisons autour de A.

On a fait aussi quelques modèles de volant pivotant, permettant au conducteur de s'asseoir facilement à sa place, la figure 136 représente un de ces volants: une charnière A est disposée sur l'un des bras et un enclanchement B maintient le volant en

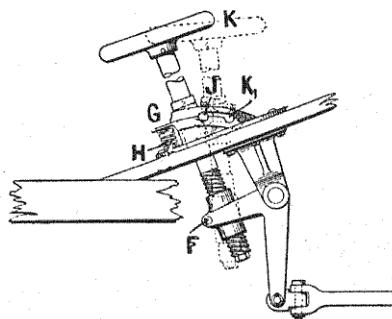


Fig. 137. — Colonne de direction pivotante.

place fortement appuyé sur son assise par le ressort C; une manette située en D permet l'ouverture.

Dans le modèle représenté figure 137, le pivotement a lieu du bas, en F; lorsque le conducteur veut écarter la direction, il appuie avec le pied en G; l'ergot J sort de son logement et il peut repousser la direction en KK<sub>1</sub>, le ressort H la maintient en place dans l'une ou l'autre position.

En 1905, au concours organisé par l'Automobile-

Club de France pour protéger en hiver les mains des chauffeurs; l'un des concurrents, M. Léon Gugenheim, présenta un volant chauffe-mains qui eut quelques applications, c'est pour cela que nous en dirons quelques mots. L'inventeur place dans le bois du volant, un réservoir tubulaire amovible pourvu de plusieurs ouvertures de remplissage fermées par des bouchons étanches, ce réservoir est partiellement rempli de cristaux de soude caustique légèrement humectés d'eau; on sait qu'en plongeant dans de l'eau chaude un tel récipient bien fermé et en l'y laissant séjourner un certain temps, on le rend capable, après retrait, de conserver de la chaleur pendant un temps assez long, qui peut être, même, de plusieurs jours. Le ou les réservoirs (si l'appareil est composé de plusieurs secteurs) est facilement démontable, de façon à être sans difficulté plongé dans l'eau bouillante.

Pour terminer ce chapitre de la direction; nous parlerons des soins à donner à ses différentes parties. Généralement les articulations du quadrilatère de direction (formé par les leviers fixés près des pivots des fusées et par la bielle de connexion des deux roues directrices) portent des petits graisseurs, ces derniers seront de préférence des graisseurs à graisse consistante avec pression permanente sur le lubrifiant, de cette façon la poussière et la boue ne peuvent pas pénétrer dans l'articulation; de même pour les pivots; s'il n'y a pas de graisseurs nous conseillons d'envelopper complètement l'articulation dans un manchon en cuir fer-

mé par des lacets très facilement démontables, et rempli de graisse consistante; sans cette précaution et sans graisseur ces articulations prennent immédiatement beaucoup de jeu, les axes s'usent et finissent par se rompre. Le principal reproche que l'on puisse faire au manchon de cuir, est que l'on ne peut pas surveiller à chaque instant les articulations et vérifier le goupillage; mais rappelons que la plupart des accidents de direction sont arrivés par négligence, après une réparation ou un démontage, ou manque de vérification; si tous les quinze jours, en regardant l'intérieur des manchons, l'axe ne présente pas une usure anormale et que l'on voie la goupille toujours bien en place, il y aura très peu de risque de panne.

Pour les moyeux, s'ils sont à roulements à billes, on mettra de la graisse dans le moyeu et dans le chapeau et on en mettra suffisamment pour qu'au serrage du chapeau la graisse bave de l'autre côté du moyeu près du pivot de direction; si le roulement est lisse, c'est-à-dire si le moyeu porte une bague en bronze frottant sur la fusée trempée, il faudra graisser avec de l'huile de très bonne qualité : huile de pied de bœuf, par exemple, et ne pas écouter les chauffeurs qui prétendent que cela marche aussi bien avec n'importe quelle huile. En serrant les chapeaux des roues, il faut s'assurer qu'ils bloquent bien, qu'ils sont bien serrés à fond, car il arrive souvent que la graisse ou l'huile que l'on vient de mettre offre une telle résistance à son serrage, que l'on croit les avoir bloqués à fond tandis

qu'ils ne le sont pas, et au bout de quelques instants de marche, le lubrifiant s'étant réparti ou écoulé, le chapeau ne tient plus, sort du moyeu, tombe sur la route, il est perdu.

Quel que soit le mécanisme contenu dans le carter de direction, il faut exiger du constructeur, qu'il puisse être graissé, et pour cela il faut qu'il y ait un orifice permettant d'y faire pénétrer le lubrifiant; ce dernier doit être un mélange de graisse et d'huile épaisse; la graisse toute seule ne vaut rien, elle se loge dans les coins, le mécanisme se forme une chambre en elle, et il faut qu'il chauffe s'il veut être graissé, ce qui est un mauvais procédé; l'huile, seule, s'écoule par les portées des commandes sortant à l'extérieur; c'est pour cela que nous recommandons un mélange épais des deux.

Un bon conducteur doit, avant chaque départ ou chaque matin s'il fait un service de ville, jeter un coup d'œil sur l'ensemble de la direction; s'assurer que tous les écrous et goupilles des axes sont bien en place, ces dernières bien ouvertes; toucher et secouer les leviers fixés près des pivots de direction et commandant le braquage des roues, de façon à voir s'ils sont toujours bien solidement maintenus; généralement ces leviers sont fixés par un cône et une clavette et derrière se trouve un écrou goupillé : la goupille peut s'en aller; même la goupille dans son trou et ouverte, si elle est mal placée, l'écrou peut se desserrer; ou bien le cône ou la clavette, et même tous les deux ensemble, peuvent se mater et prendre un peu de jeu ; on s'aperçoit immédiatement de

l'anomalie en essayant de remuer la pièce à la main ; si elle remue, il faut en chercher la cause et y remédier immédiatement.

Le métal (qui doit être du fer de première qualité : fer de Suède, Lancashire ou fer des Landes) des leviers de direction fatigue énormément, car n'étant pas suspendues ces pièces reçoivent tous les chocs de la route et supportent toutes les trépidations ; le grain de ce métal, sa texture pour ainsi dire, change (comme celui des fusées de l'essieu) et il arrive un moment où il devient cassant, une petite crique (ou fente) se produit d'abord, puis ensuite la pièce se rompt. C'est dans l'inspection du matin que le bon chauffeur doit chercher cette crique, et faire remplacer la pièce avant l'accident.

Si la barre de connexion est réglable en longueur, il faut voir si le contre-écrou ne s'est pas desserré et si le filet ne se mate pas ; car si un jour la pièce casse, ce sera au filetage.

Si en conduisant, on s'aperçoit qu'il y a quelque chose d'anormal dans la direction, si par exemple la position du volant a changé, c'est-à-dire si l'on voit qu'il n'occupe plus la même position pour rouler en ligne droite, cela peut venir de trois causes que nous allons énumérer dans l'ordre de fréquence qu'elles se présentent : 1<sup>o</sup> un pneu d'avant est crevé ; 2<sup>o</sup> on a passé trop vite un accident de terrain : caniveau, dos-d'âne, etc. et une jumelle arrière d'un des deux ressorts avant s'est retournée ; ou 3<sup>o</sup> (cas plus rare) une pièce de la direction est faussée. Donc, chaque fois que le con-

ducteur sentira quelque chose d'irrégulier dans le volant, il devra arrêter de suite et passer l'inspection. Ces avaries, surtout le pneu crevé, donnent aussi du dur dans la direction.

Presque toutes les commandes de direction ont un amortisseur de chocs muni de deux ressorts; il arrive quelquefois que l'un de ces ressorts casse, on s'en aperçoit par un supplément de jeu que prend le volant.

Toute réparation ou vérification, si petite soit-elle, que demande la direction (comme d'ailleurs tout autre mécanisme d'une voiture automobile) doit être faite de suite; ne jamais remettre à plus tard, même si l'on est près de l'étape, et ne jamais espérer que cela va s'arranger tout seul, car négliger de regarder ce qu'il peut y avoir et d'y remédier immédiatement peut être la source de grands ennuis.

## CHAPITRE VI

### Essieu arrière

Les essieux arrière pour voiture à transmission par chaînes n'offrent rien de particulier; ils sont généralement forgés, comme les essieux avant; la matière employée pour leur fabrication est principalement le fer doux nerveux d'une résistance de 35 à 40 kilogs par mm. carré, avec un allongement de 25 à 27 pour cent. Ils portent des fusées cémentées et trempées, ou bien des axes pour roulements à billes; les moyeux rappellent ceux que nous avons décrits pour les essieux avant, sauf qu'on les fait un peu plus forts.

L'essieu arrière dans les voitures à transmission par cardans est une véritable pièce de mécanique de précision, il est souvent appelé *pont arrière*; on peut le classer dans deux groupes principaux : essieux droits et essieux avec carrossage. Dans les essieux droits, on en trouve avec différentiel à roues coniques et d'autres avec différentiel à roues droites; les patins des ressorts peuvent être fixes ou oscillants, les roues peuvent être en porte-à-faux ou non (nous ne parlerons pas des attaches de l'essieu au châssis : jambe de force, tendeurs, etc., et des commandes par un ou deux cardans, que l'auteur a décrits en détail dans le volume

« Transmission » de la *Bibliothèque du Chauffeur*).

Dans les essieux avec carrossage, nous trouvons des commandes par cardans transversaux et des commandes par roues d'angle (sans cardan).

Avant de voir les ensembles complets d'essieux moteurs, nous allons dire quelques mots du différentiel, dont la définition peut se formuler ainsi : C'est une combinaison d'engrenages permettant de répartir l'effort moteur, entre les deux arbres isolés qui commandent chacun une roue, de telle façon que la *somme* de leurs vitesses angulaires soit, à chaque instant, égale au double de la vitesse angulaire de la partie de l'appareil sur laquelle agit l'effort moteur. Les fig. 138 et 139, représentent la disposition pratique d'un différentiel à pignons coniques, type le plus usité en automobile ; en A est l'arbre de commande relié à l'arbre secondaire du changement de vitesse, il porte un pignon conique B qui entraîne la couronne C, laquelle est fixée par les boulons E sur un côté D de la boîte D F, c'est donc cette boîte qui est entraînée par le moteur, et elle n'est ni clavetée, ni boulonnée sur une autre pièce ; elle porte de chaque côté une douille O et P ; ces douilles tournent folles dans des paliers Q et R, et les arbres M et N peuvent également tourner à l'intérieur de celles-ci ; les deux parties D et F de la boîte du différentiel sont boulonnées ensemble en leur milieu et à l'endroit du joint sont ménagées des cavités recevant les axes des satellites S ; on appelle

satellites les petits pignons coniques  $S_1, S_2, S_3, S_4$  qui engrènent avec les roues L et K clavetées sur les arbres et qui entraînent ces roues; ils sont au

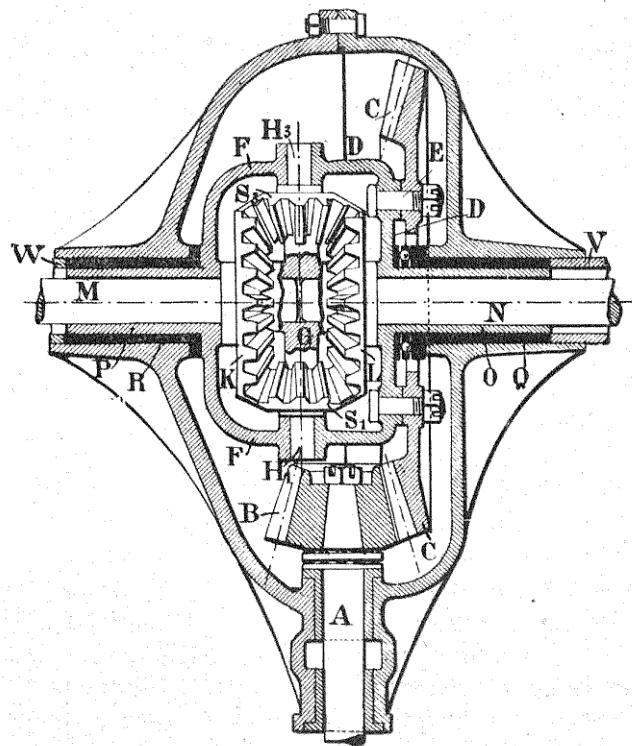


Fig. 138. — Différentiel et sa commande.

nombre de trois ou quatre, rarement de deux (les fig. 138 et 139 représentent un différentiel à 4 satellites); ces petits pignons S sont fous sur leurs axes

qui sont généralement réunis vers la partie centrale par un moyeu G, l'ensemble forme ainsi un croisillon; chacune des deux roues coniques L et K engrenant avec les satellites est solidement fixée sur l'un des deux arbres M et N qui actionnent les roues soit par des chaînes, soit directement. Lorsque le véhicule roule en ligne droite, les satellites S forment tocs et entraînent les engrenages

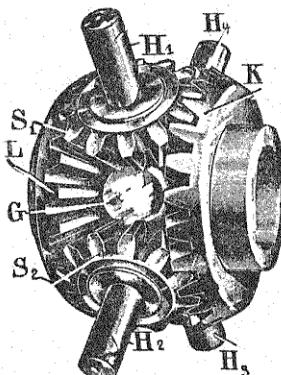


Fig. 139. — Engrenages de différentiel à roues coniques.

K et L à la vitesse de la boîte du différentiel D, F; tout l'ensemble : les deux arbres M, N, les douilles, la boîte, les engrenages L, K et la couronne C, tourne en bloc à la même vitesse; mais si pour une cause quelconque (qui théoriquement ne devrait être qu'un virage) une roue est appelée à tourner plus vite que l'autre, les satellites roulent sur les roues dentées KL, ce qui fait augmenter la vitesse de l'un des arbres M ou N pendant que

celle de l'autre diminue et dont la somme des vitesses reste toujours constante : si les satellites ne tournent que d'une dent ou d'un tour, l'un des arbres, N par exemple, aura eu sa vitesse accrue d'une quantité proportionnelle à cette dent ou ce tour, pendant que la vitesse de l'arbre M aura diminué d'autant, de sorte que toujours la demi-somme des vitesses des deux arbres M et N est égale à la vitesse de la boîte DF entraînant les

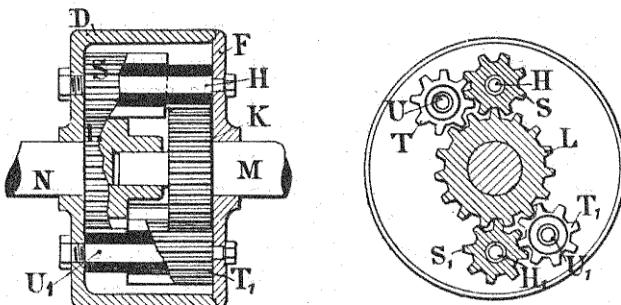


Fig. 140. — Différentiel à engrenages droits.

axes des satellites ; si un arbre est immobilisé, l'autre tournera à une vitesse double de celle de la boîte.

La figure 140 représente schématiquement un différentiel à engrenages droits, le principe est le même : la boîte DF sur laquelle est montée la roue dentée commandée, porte les axes des satellites H, H<sub>1</sub>, U, U<sub>1</sub>, qui sont disposés par paires de façon que deux satellites engrènent ensemble et ces deux satellites à denture droite jouent le même rôle qu'un satellite à denture conique ; pour

cela l'un d'eux engrène seulement avec la roue d'un des arbres à commander tandis que le second engrène avec l'autre roue; ainsi le satellite S engrène avec le satellite T et avec la roue L solidaire de l'arbre N, et le satellite T engrène avec la roue K appartenant à l'arbre M; le fonctionnement s'explique comme celui du différentiel à roues coniques : en ligne droite tout tourne ensemble; dans un virage, les satellites tournent sur leurs axes et le nombre de tours que l'un des arbres fait en moins, l'autre est obligé de les faire en plus; également si l'un des deux arbres est arrêté, l'autre tournera deux fois plus vite que la boîte DF.

*Essieux arrière moteurs sans carrossage.* — La figure 141 représente la coupe d'un pont arrière droit avec différentiel à roues coniques; A est la tête de cardan qui commande l'arbre B sur lequel est claveté le pignon de commande F; cet arbre est soutenu par trois roulements dont l'un D sert de butée et un autre E soutient le bout de l'arbre, car les dents des engrenages G et F cherchent continuellement à se mettre hors de prise et l'on remarque souvent, dans les ponts arrière qui ne possèdent pas de support en E, une usure anormale de la denture; la grande roue G est fixée, comme nous l'avons déjà vu, sur la boîte I contenant le différentiel; les deux roues planétaires entraînent respectivement les arbres  $L_1$  et  $M_1$  solidaires des roues; le carter LM est en acier coulé et vient jusqu'aux moyeux, il porte les bossages N,O, nécessaires au frein; un tube S est vissé, de chaque

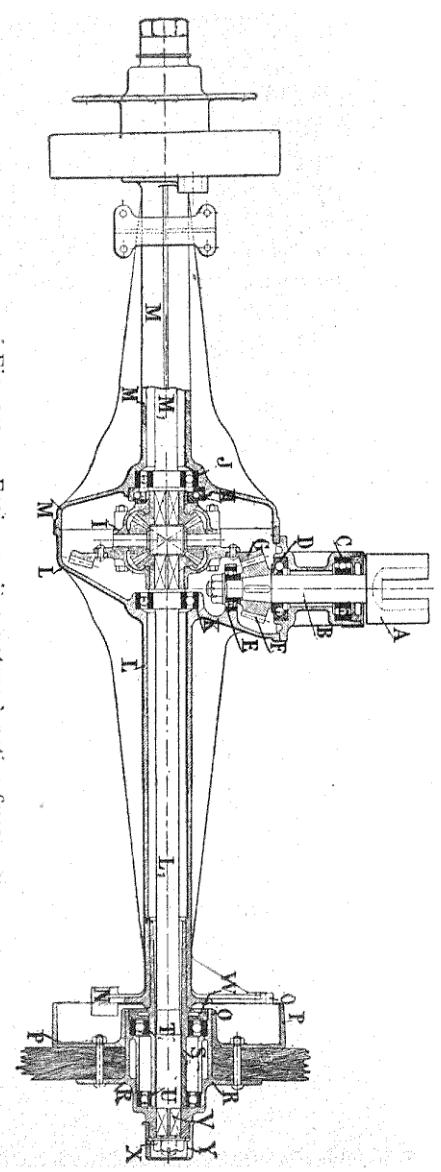


Fig. 141. — Essieu arrière moteur à patins fixes.

côté, au bout du carter, l'arbre central  $L_1$  y passe avec jeu, et sur l'extérieur de ce tube des roulements à billes  $TU$  sont montés pour supporter le moyeu  $R$  de la roue; la contreplaqué  $Q$ , servant à l'assemblage des rais, forme en même temps tambour de frein,  $P$ ; l'entraînement du moyeu se fait par le carré.  $V$  du bout de l'arbre; le chapeau de roue  $Y$  ne sert qu'à cacher l'écrou  $X$  de blocage de la roue; dans cet essieu les patins de fixation des ressorts sont venus de fonte avec le carter et le pont.

La figure 142 représente un essieu oscillant; en  $A$  est l'extrémité de l'arbre longitudinal de transmission, qui, par le cardan à glissière  $B$ , entraîne l'arbre  $B_1$  commandant les arbres transversaux par les engrenages coniques  $G, G_1$ ; l'arbre  $B_1$  est supporté par trois roulements à billes,  $D, H_1$ , et est muni d'une butée  $D_1$ , de cette façon tout coincement des dents des engrenages  $GG_1$  est évité; pour empêcher l'écoulement d'huile et de graisse à l'extérieur, deux joints,  $C$  et  $C_1$ , avec feutre ont été disposés près des roulements à billes  $D$ ; le pignon  $G$  est fixé sur son arbre par une clavette et un cône, serré par l'écrou goupillé  $H$ , qui maintient, en même temps, le roulement  $H_1$  en place. La grande roue conique  $G_1$  est calée sur la boîte  $K_1$  (en deux pièces) contenant le différentiel, par huit boulons et des bagues d'entraînement en acier dur; une butée à billes  $J_1$  empêche la denture de  $G_1$  de reculer et oblige les dents d'engrenner toujours suivant leur diamètre primitif théorique; il

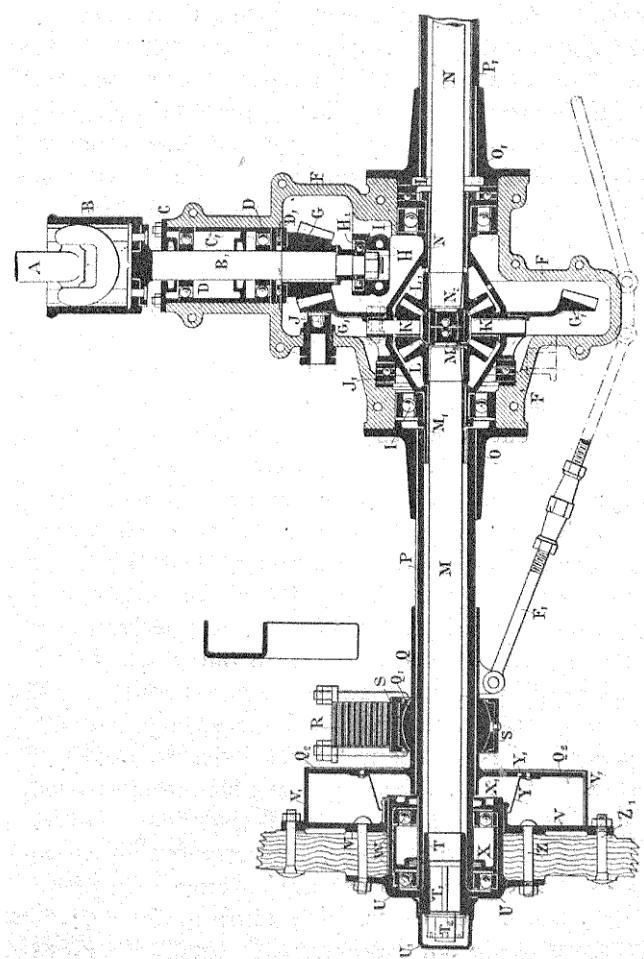


Fig. 142. — Essieu arrière moteur à patins articulés.

arrive souvent que lorsque certains organes et principalement les bagues en bronze  $M_1$ ,  $N_1$ , emmanchées à force dans les douilles de la boîte du différentiel  $K_1$ , ont pris un peu de jeu, il se produit un coincement sur les billes de la boîte  $J_1$ , et on en trouve quelquefois de cassées; le coincement est produit par la roue  $G_1$  qui se couche légèrement; pour remédier à ce défaut, on a prévu dans cet essieu une butée  $J$ , formée par une petite pastille en acier trempé, qui vient soutenir la denture de  $G_1$  juste en face du petit pignon. Le différentiel se compose d'un croisillon en acier à quatre branches portant les quatre satellites  $K$ , qui engrènent avec les roues planétaires  $L$  et  $L_1$  fixées sur leurs arbres par deux clavettes et un cône; des écrous goupillés,  $M$  et  $N$ , situés aux bouts des arbres maintiennent  $L$  et  $L_1$  en place. La boîte  $K_1$ , qui soutient les arbres  $M$  et  $N$  par les bagues en bronze  $M_1$  et  $N_1$ , est, elle-même, soutenue dans le carter  $F$ , en acier coulé par les deux roulements à billes  $I$ ; une petite butée à billes  $I_1$  empêche le jeu latéral de tout le mécanisme dans l'intérieur du carter et supporte avec le roulement à billes  $J_1$ , les réactions latérales des roues. Pour former le *pont arrière*, supportant les ressorts et les roues, des tubes en acier  $P$  et  $P_1$ , sont solidement boulonnés de chaque côté du carter à l'aide des pièces  $O$  et  $O_1$ , en acier estampé, serties à la presse à l'extrémité des tubes. Une autre pièce,  $Q$ , est également fixée solidement sur le tube, elle porte une partie sphérique  $Q_1$  sur laquelle vient s'ajuster

un palier S portant le patin où se trouve fixé le ressort R; cette rotule permet à l'essieu d'osciller dans tous les sens; la pièce Q porte également le plateau  $Q_2$  servant de point fixe au frein et d'attache pour sa commande. La roue repose, normalement, en son milieu, sur l'extrémité du tube P; le moyeu U est entraîné par le carré cylindrique  $T_1$  et coincé par le cône T, le tout bien bloqué par l'écrou  $T_2$ , ce montage empêche tout jeu dans l'entraînement et permet cependant un démontage facile de la roue; le moyeu est porté par les deux roulements à billes W. La graisse du carter pénètre librement par le tube P, jusqu'au roulement situé vers l'extérieur, les fuites du joint à feutre X laissent passer un peu de lubrifiant jusqu'au second roulement, dont la chambre a déjà été bourrée de graisse consistante au moment du montage; un dernier joint avec feutre  $X_1$ , arrêté par une goupille, empêche tout écoulement extérieur, lequel, s'il se produisait, par vieillesse du feutre par exemple, ne viendrait pas gêner le frein qui se trouve complètement protégé par l'embouti métallique Y qui oblige l'huile de s'écouler à l'extérieur par le trou  $Y_1$ . Les roulements à billes W sont maintenus dans le moyeu par les pièces  $XX_1$ , et portent sur une partie cylindrique, sans épaulement, du tube P, le démontage de la roue ne dérange pas les roulements, il n'y a aucun réglage de longueur à faire au moment du montage; le cône T peut toujours être bloqué à fond, et les mouvements latéraux des arbres M N ne peuvent

venir influencer en rien les portées à billes. Les contreplaques V des moyeux portent les tambours de frein V<sub>1</sub>, et deux séries de boulons Z et Z<sub>1</sub> les réunissent aux roues, de cette façon, ni les démarques brusques, ni les coups de frein violents peuvent faire tourner les rais, comme cela arriverait, s'il n'y avait que les boulons Z pour entraîner la roue. Des tirants F<sub>1</sub> reliant la partie inférieure du carter aux pièces Q, augmentent la solidité du pont et l'empêchent de fléchir.

Quelquefois, on entraîne les roues par des cônes polygonaux, comme on le voit en R, fig. 143; ces ajustements sont difficiles à réaliser surtout pour la partie femelle et l'on obtient avec peine des pièces interchangeables. L'arbre de transmission E ne porte qu'un cardan F, il est entouré d'un tube C empêchant le pont de culbuter sous l'action du couple moteur; un palier A, graissé abondamment par B à cause des réactions, supporte l'extrémité de l'arbre E; l'assemblage de l'embase D du carter doit être très soigné, car ce point fatigue beaucoup, l'arbre E et sa douille C agissant comme un levier. Les roulements à billes supportant la boîte du différentiel, sont faits en forme de cuvettes, ce qui supprime les butées à billes, nous ne croyons pas cet avantage bien grand, car le réglage d'une rondelle de butée à billes est plus facile à faire que celui d'un roulement à cuvettes; les arbres J et K ne sont pas clavetés, ils sont entraînés par les roues planétaires à l'aide des parties hexagonales U, V. La roue, entraînée par l'octogone co-

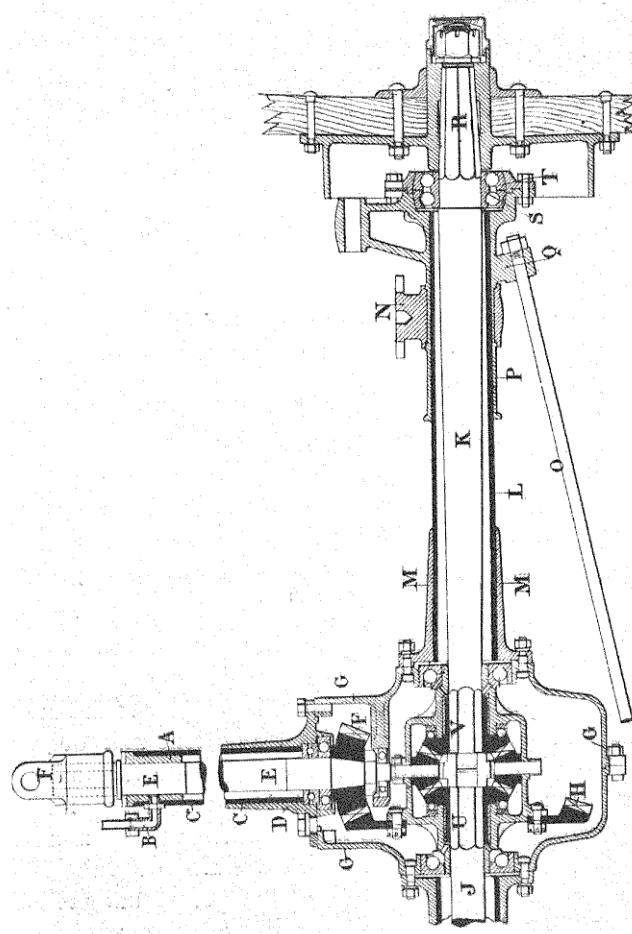


Fig. 143. — Essieu arrière moteur à patins oscillants, et roues en porte-à-faux.

nique R, est en porte-à-faux sur son palier S, comprenant deux roulements à billes accolés, maintenus dans un logement T pratiqué à l'extrémité de la pièce P fixée sur le tube L. Le patin de ressort N peut osciller autour de P; un tirant O fixé en Q et passant sous le carter G le renforce en le soutenant.

Dans les essieux avec roues en porte-à-faux,

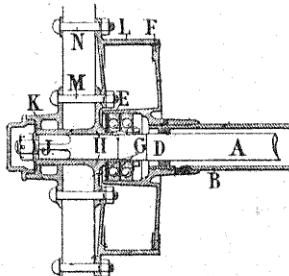


Fig. 144. — Moyeu arrière moteur avec roulements à billes en porte-à-faux.

comme celui que nous venons de voir, les moyeux sont d'une construction plus simple que ceux où les roulements à billes sont logés à l'intérieur, mais en outre que les billes travaillent mal dans la première disposition, l'écoulement du lubrifiant est difficilement empêché et les freins sont mal protégés; la figure 144 nous montre un des montages les plus simples; à l'extrémité du tube B solidaire du carter central est fixée en C, une pièce E qui loge les roulements à billes G; cette pièce E porte aussi le plateau F sur lequel se trouvent les

bossages nécessaires au frein; les roulements G sont emmanchés sur le moyeu H, lequel est entraîné par le carré J de l'arbre A; une bague D vient gêner l'écoulement de l'huile du carter, et

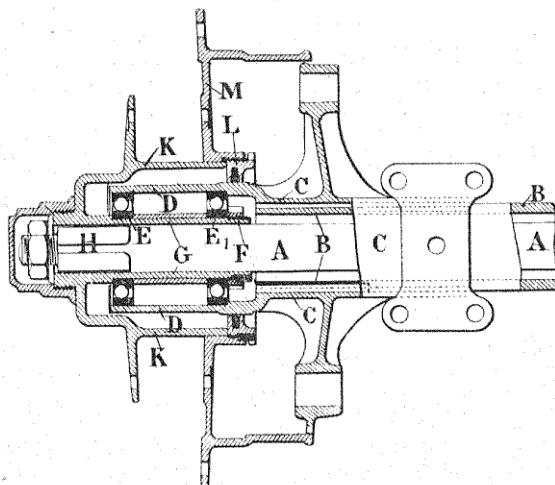


Fig. 145. — Moyeu arrière moteur avec roulements à billes logés dans l'extrémité du pont.

une petite tôle emboutie maintient en place la graisse des roulements.

Les roulements à billes, dans les moyeux sans porte-à-faux, peuvent baguer l'extrémité du tube qui forme le pont (comme dans la figure 142) ou bien être logés dans cette extrémité, comme le représente la figure 145: une pièce C est clavetée à l'extrémité du tube B du pont, cette pièce se termine par un manchon D dans lequel viennent

s'encastrer les roulements à billes E et E<sub>1</sub>, fixés sur la douille G appartenant au moyeu K, qui est entraîné par le carré H de l'arbre A; une bague L munie d'un feutre empêche toute fuite de graisse; ce genre de montage demande un moyeu compli-

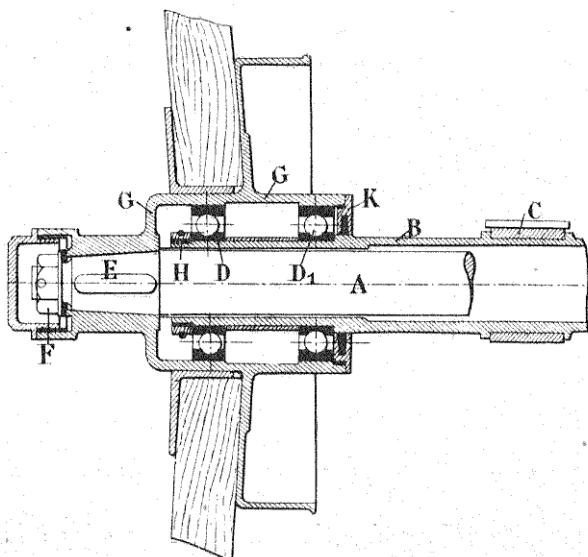


Fig. 146. — Moyeu arrière moteur avec roulements à billes logés dans le moyeu.

qué à cause de son évidemment intérieur; le montage représenté fig. 146 échappe à cette critique, le moyeu est plus simple : au bout du tube B, qui porte le patin de ressort oscillant C sont montés les roulements à billes DD, arrêtés par l'écrou

H; le moyeu G qui vient s'emmboîter sur ces roulements est entraîné par une clavette et le cône E que l'on vient fortement coincer par l'écrou F; une bague K que l'on est obligé d'enfiler sur l'essieu avant de monter la roue, est vissée dans le moyeu après serrage de l'écrou F; pour éviter cette mise en place, il est préférable d'employer ce genre de moyeu avec les roulements à billes fixés dans le moyeu comme cela est représenté fig. 142.

*Essieux moteurs avec carrossage.* — Ce genre

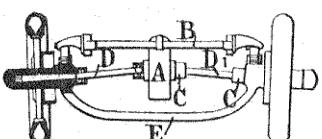


Fig. 147. — Ensemble de l'essieu arrière de Dion-Bouton, à arbres transversaux à cardans.

d'essieu se trouve avec cardans transversaux et sans cardans ; l'un des plus répandus avec arbres transversaux à cardans est l'essieu arrière des voitures de Dion-Bouton, représenté schématiquement figure 147 : le carter A, renfermant les roues d'angle de commande et le différentiel, est porté, à l'arrière, par une traverse B, sur laquelle il est fixé au moyen d'une broche le réunissant à deux supports en acier coulé solidaires de cette traverse ; vers l'avant il est tenu dans le support des sabots de frein, qui le centre en même temps ; les roues sont actionnées par les arbres transversaux DD<sub>1</sub> munis de cardans à dés à chaque extrémité ; les deux fûées, qui sont creuses pour laisser passer la com-

mande sont réunies par l'entretoise E qui se trouve en réalité, derrière le différentiel, et forme l'essieu porteur; on a ainsi un essieu d'une seule pièce dont les fléchissements et vibrations ne fatiguent pas les organes commandant le mouvement de rotation. La figure 148 montre en coupe le différentiel et le moyeu de la 9 chx modèle 1910; le carter est en acier coulé et est fixé au châssis comme nous l'avons dit plus haut, mais la traverse repose par quatre coussins en caoutchouc sur le châssis, il est relié par le tube A à la boîte de changement de vitesses; le pignon D est claveté sur un cône du bout de l'arbre de commande et est supporté par un roulement à billes, maintenu en place sur l'arbre par le ressort-entretoise B, la bague intérieure de ce roulement est ainsi solidement fixée sur l'arbre et la bague extérieure est seulement centrée dans son logement, ce montage permet d'enfoncer à fond le pignon D sur son cône sans s'occuper de la butée de la bague du roulement à billes; un réglage, par écrous, FF<sub>1</sub> a été prévu pour assurer aux engrenages D<sub>1</sub> et D une prise normale. La boîte du différentiel ne contient que deux satellites montés sur un axe unique E, elle est portée par deux roulements à billes H formant en même temps butées; les roues planétaires entraînent par des arbres courts les boîtes de cardan G et G<sub>1</sub>. Les arbres transversaux K portent à chacune de leurs extrémités une pièce J munie de deux tourillons diamétralement opposés sur lesquels viennent s'asseoir les dés en bronze I, de forme extérieure

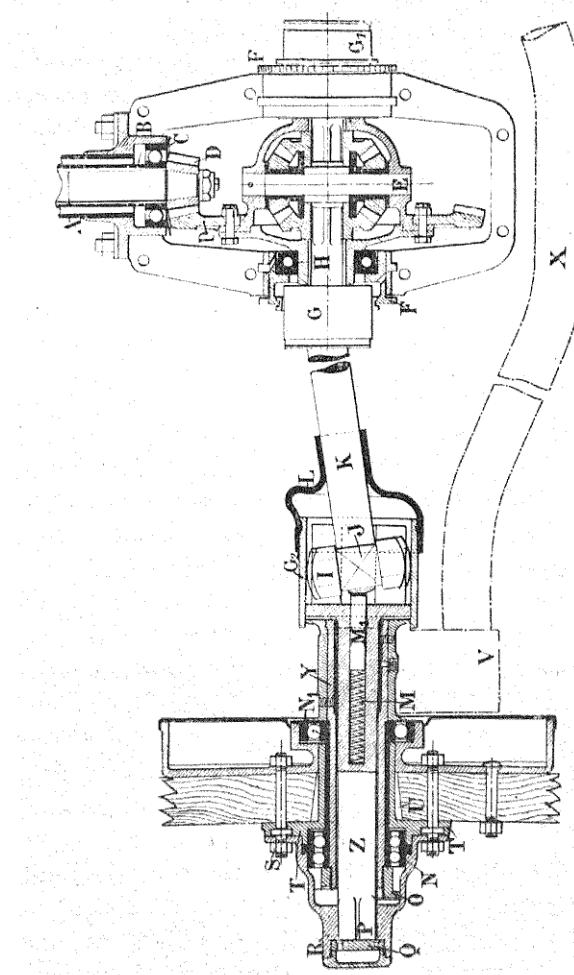


Fig. 148. — Détail d'un arbre transversal à cardans de l'essieu moteur de Dion-Bouton.

carrée, coulissant dans les rainures des boîtes G, produisant ainsi l'entraînement, quelle que soit la position des roues par rapport au différentiel. Pour éviter le clapotement de l'arbre K, qui n'est maintenu ni d'un côté ni de l'autre, un ressort M est disposé à l'intérieur de l'axe de la roue et pousse constamment l'arbre vers le différentiel, au moyen de la tige M<sub>1</sub> appuyant sur un grain de butée situé à l'extrémité de l'arbre K. Les moyeux T des roues sont montés fous sur les fusées creuses Y, qui sont reliées ensemble par l'entretoise X fixée dans les bossages V, formant ainsi un tout rigide. Comme portées, il y a, à l'extrémité de la fusée deux roulements à billes N, formant également butée, et à l'intérieur un grand roulement N ; un écrou à encoches O et une rondelle à languettes viennent retenir le moyeu sur la fusée ; l'entraînement se fait par le carré P de l'arbre moteur Z et la pièce R rendue solidaire du moyeu par les boulons T ; en Q est une rondelle en acier servant de butée à l'axe Z qui n'a pas à supporter le poids de la voiture, il ne sert qu'à l'entraînement. Dans la huit chevaux « de Dion-Bouton », le pont arrière est semblable, mais le différentiel est à pignons droits, ce qui ne change rien au fonctionnement, comme nous l'avons vu.

La figure 149 représente un autre type de pont arrière à essieu porteur indépendant du mécanisme ; la boîte du différentiel B, qui n'offre aucune particularité, repose par les pattes C et D sur l'essieu porteur A, qui se termine, à chaque bout, par

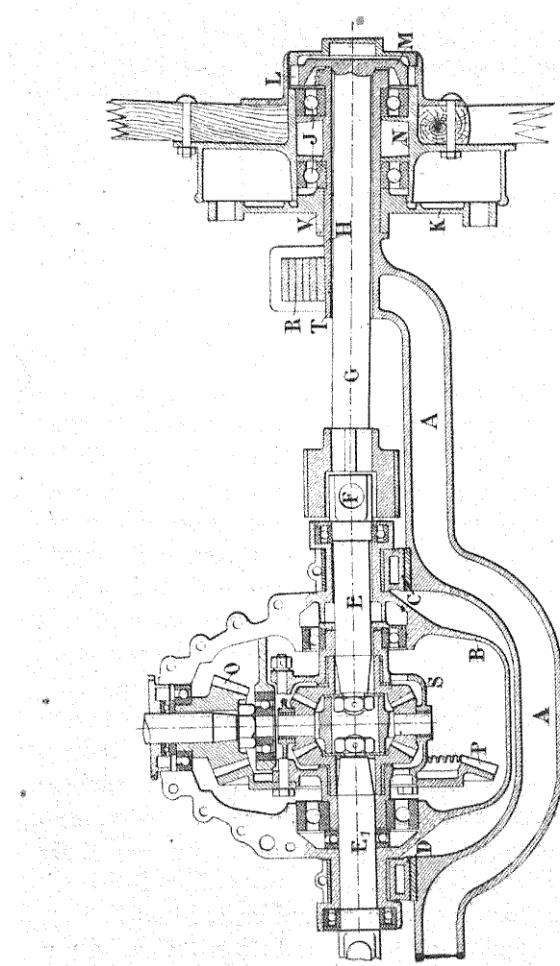


Fig. 149. — Essieu moteur avec cardans transversaux et essieu porteur (type Ariès).

une douille H, laquelle porte le patin T de fixation du ressort K et claveté en V, le plateau K muni des bossages pour le frein; deux roulements à billes N portent la roue. L' entraînement se fait de la façon suivante : chacune des roues planétaires du différentiel est solidaire d'un arbre E (ou  $E_1$ ) terminé par un joint de cardan F (ou un carré en olive) qui transmet le mouvement de rotation à l'arbre G portant à son extrémité un petit plateau M muni de griffes L, qui entrent dans des encoches *ad hoc* pratiquées au bout du moyeu et produisant l' entraînement. Quoique l' angle des arbres E et G soit faible, nous avons vu, lorsque nous avons parlé des cardans, que le rapport des vitesses angulaires de ces deux arbres n'était pas constant et que si E tourne d'un mouvement régulier, G tournera par à-coups, lesquels seront d'autant plus sensibles que l' angle formé par E et G s'écartera de la droite. Certains constructeurs, employant la même transmission de mouvement, ont remplacé l' essieu porteur par un tube enveloppant la transmission, rappelant ainsi la forme d'un pont ordinaire.

On peut également donner du devers aux arbres transversaux, sans employer de cardan ni d' articulation, la figure 150 nous montre un essieu de ce type ; l' arbre longitudinal de transmission A commande, par la chape articulée B, le collier B qui donne le mouvement de rotation au croisillon porte-satellites VV, et les satellites CC entraînent, comme dans un pont ordinaire, les roues

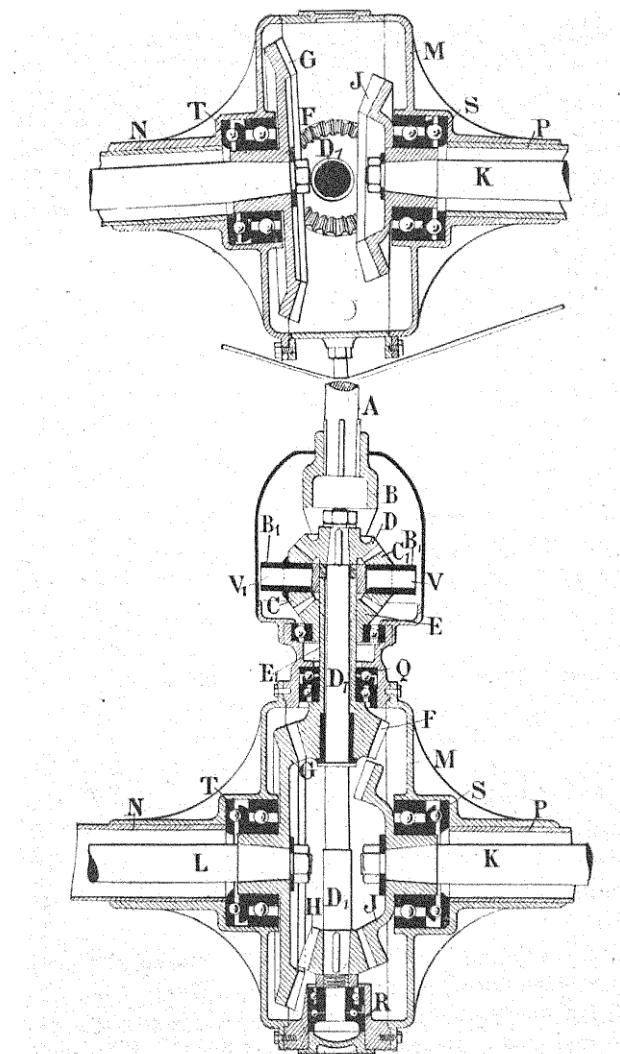


Fig. 150. — Essieu moteur avec arbres transversaux à devers obtenu par roues coniques.

planétaires D et E qui doivent commander chacune une roue motrice tout en les laissant indépendantes pour les virages : la roue conique D est clavetée sur l'arbre D<sub>1</sub>, qui porte à l'autre extrémité le pignon H ; l'autre roue conique E est clavetée sur le tube E<sub>1</sub>, fou sur D<sub>1</sub>, qui porte le pignon F ; chacun de ces pignons H et F commande, avec le même rapport un des arbres transversaux L, K, les roues G et J ne peuvent être de même dimension, quoique commandées avec un même rapport, car elles viendraient buter dans les pignons F, H, qui devraient être pareils aussi ; pour que les dentures de G et de J travaillent dans les mêmes conditions de résistance de matière, il suffit de faire les dents de J et de H plus fortes et plus longues que celles de F et G (dans une proportion facile à calculer à l'étude). Les roues G et F n'ont pas besoin d'être normales l'une à l'autre, elles peuvent faire un certain angle, comme on le voit à la partie supérieure de la figure sans nuire en aucune façon au rendement parfait de la transmission ; des butées à billes Q, R, S, T sont situées derrière chaque roue ou pignon d'angle. Le différentiel se place quelquefois entre les deux roues G et J, et le croisillon des satellites est commandé par le centre ; mais si l'on ne veut pas le faire trop mesquin, il faut écarter les roues J et G, ce qui oblige en même temps d'augmenter leur diamètre. On a aussi construit des ponts avec *devers* sur le principe suivant : les roues planétaires sont calées sur deux tronçons d'arbres, portant

chacun un engrenage à denture hélicoïdale entraînant une roue similaire, calée sur chacun des arbres transversaux, qui grâce à leur denture spéciale peuvent être inclinés de chaque côté, donnant ainsi du carrossage.

*Transmissions particulières.* — Dans certaines voitures légères et courtes, on a groupé le changement de vitesse et le pont arrière, pour avoir un arbre de transmission plus long, ce qui lui donne moins d'obliquité ; la partie mécanique du châssis en paraît simplifiée, puisque de l'embrayage jusqu'au pont arrière il n'y a plus qu'un seul arbre de transmission ; un tel montage est très critiquable puisqu'en plus du différentiel, c'est tout le changement de vitesse qui n'est plus suspendu et vient alourdir l'essieu, à moins que l'on n'emploie la disposition par cardans transversaux, type « de Dion-Bouton » où le changement de vitesse et le mécanisme de commande des roues est fixé au châssis et par conséquent suspendu ; ou bien encore que l'ensemble du pont arrière et du changement de vitesse soit très léger.

Avec un changement de vitesse à prise directe et un moteur à nombre de tours élevé, on est quelquefois gêné pour avoir un rapport satisfaisant, en employant des engrenages d'angle pour entraîner l'essieu arrière ; la commande représentée fig. 151 permet un rapport quelconque sans prendre beaucoup de place : l'articulation A reliée à l'arbre longitudinal de transmission fait tourner le pignon hélicoïdal B, qui engrène avec la roue C calée sur

la boîte du différentiel, l'ensemble forme vis sans fin. Un des gros inconvénients de cet appareil provient de sa relative irréversibilité: si le rapport des nombres de tours de l'arbre E à ceux de D est grand, la commande de E à D se fera bien; mais, inversement, D commandera très mal A, il y aura tendance à coincement, on ne pourra pousser la voiture que péniblement, et en marche, aussitôt le moteur débrayé, il y aura ralentissement

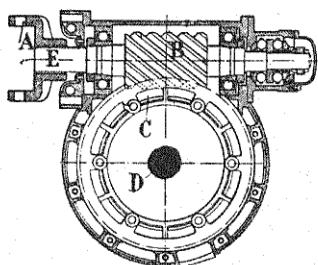


Fig. 151. — Commande de l'essieu moteur par vis sans fin.

brusque ou même arrêt, au grand détriment des pneus. Si le rapport des vitesses des arbres E et D n'est pas très grand, c'est-à-dire compris entre 1 et 2, et l'inclinaison de la denture bien déterminée, on obtient une transmission très douce, sans bruit et absolument réversible, comme on peut le remarquer sur les quelques voitures munies de ce mécanisme; où la vis B est en acier cémenté et trempé et la roue C en bronze phosphoreux, le tout baignant continuellement dans l'huile.

La figure 152 représente un essieu-moteur dans lequel la partie tubulaire supportant la charge et

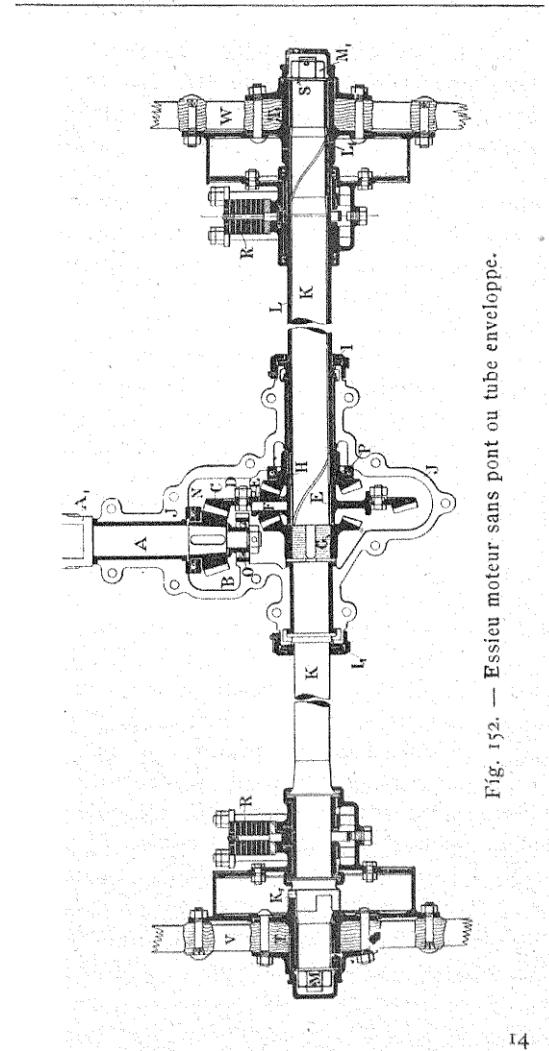


Fig. 152. — Essieu moteur sans pont ou tube enveloppe.

formant le *pont* est supprimée, c'est l'un des arbres d'entraînement des roues qui remplit ce rôle; le différentiel peut être plus légèrement construit tout en étant solidement maintenu. L'arbre longitudinal de transmission vient s'accoupler à l'axe A par l'articulation A<sub>1</sub>; A porte le pignon de commande B qui entraîne la roue dentée C fixée, par les boulons D munis de bague d'entraînement en acier dur, sur la couronne porte-satellites E; l'arbre A en acier cémenté et trempé est porté par une longue douille en bronze phosphoreux et par le roulement à billes O. Les satellites F, au nombre de trois, entraînent les deux roues planétaires G et H, et le porte-satellites est fou sur l'arbre. L'une des roues coniques G est vissée et clavetée sur l'arbre K qui va d'une roue motrice à l'autre; la deuxième roue conique H est vissée et clavetée sur un tube L, fou sur l'arbre K, lequel porte en K<sub>1</sub> des griffes entraînant le moyeu T; l'autre moyeu T<sub>1</sub>, absolument identique au premier est entraîné par les griffes L<sub>1</sub> situées à l'extrémité du tube L. La commande des roues se fait donc normalement, comme nous l'avons expliqué au moment de la description du différentiel: l'un des pignons planétaires, G, entraîne une roue, V, de la voiture, et l'autre pignon planétaire, H, entraîne la roue W du côté opposé. Tout l'ensemble est supporté et entretoisé par l'arbre K; l'écrou M bloque le moyeu T sur l'arbre et l'écrou M<sub>1</sub>, serrant la rondelle S contre l'épaulement de l'arbre, forme butée de réglage du différentiel tout en laissant le moyeu T<sub>1</sub> et le tube L,

qui sont solidaires, libres de tourner à une autre vitesse que l'arbre K, au moment des virages.

On trouve aussi des commandes de pont arrière portant des engrenages *Humphris*, lesquels sont basés sur le vieux procédé d'entraînement consistant à munir le pignon de doigts ou ergots tronconiques venant se loger dans des trous de forme appropriée pratiqués dans la surface d'un plateau ou d'une couronne; dans le système *Humphris* les dents et les trous sont fraisés suivant un profil et une forme donnant correctement le développement théorique, de sorte qu'ils peuvent être comparés comme silence et transmission régulière de mouvement aux engrenages à denture ordinaire. Les ergots au lieu d'être des corps de révolution sont en forme d'ovoïde aplati et tronqué, présentant des sections normales de forme ovale; leur autre section, dans le sens perpendiculaire de la génératrice du cône, ressemble, à peu près, à celle d'une dent d'engrenage ordinaire ; leur forme est exactement celle qui convient pour un engrènement correct avec les trous correspondants. Les engrenages sont tournés comme des engrenages ordinaires, le cône primitif est pris comme surface extérieure de la couronne à trous et comme surface de fond de dents du pignon ; la grande roue est en acier dur non trempé et le pignon en acier cémenté et trempé. Dans la couronne les trous se touchent presque, laissant entre eux une épaisseur de 3 à 4 mm. qui, naturellement, va en s'augmentant vers le fond des trous, le plein n'est

donc pas égal au creux, ce qui permet de faire des ergots beaucoup plus forts que la dent d'engrenage correspondant au même pas ; ainsi pour remplacer un pignon ordinaire de 14 dents, d'un pas circonférentiel de 12 mm. (module 4 environ) on peut prendre un pignon Humphris de 7 dents correspondant à un pas de 24 mm, dans lequel on a 20 mm. d'épaisseur de dent ou de largeur du bord des trous de la couronne et 4 mm. entre deux trous (tandis que dans un engrenage ordinaire, ce pas donne 12 mm. d'épaisseur de dent et 12 mm. de creux) ; avec de tels ergots on aura des surfaces d'entraînement suffisantes puisque la longueur de la dent ordinaire est remplacée par le développement des lignes de contact des ergots dans les trous. Le seul inconvénient est qu'il n'y a qu'une dent en prise lorsque le pignon porte un faible nombre de dents.

*Dispositifs sans différentiel.* — Comme nous l'avons déjà dit, on reproche beaucoup de choses au différentiel, dont la principale est le dérapage ; son rôle étant de répartir régulièrement l'effort moteur aux deux roues, il le fait lorsque la résistance au roulement de chacune d'elles est la même, chose excessivement rare sur la route : une pierre offrant une petite résistance à la rotation d'une roue, tendra à jeter de côté la voiture car la roue qui aura moins de résistance tournera plus vite que l'autre ; un trou produira l'effet inverse ; un endroit glissant, graisse ou boue, supprimera l'adhérence d'une roue et la fera patiner. Comme la

route n'est jamais parfaitement plane, que ce n'est qu'une succession de trous et de bosses, on voit combien le différentiel cherche à faire déraper; c'est pour cela que quelques inventeurs ont cherché à le supprimer. En général, sur les voitures sans différentiel, les roues sont montées à embrayage sur la partie motrice et dans les virages l'une des deux se trouve débrayée, soit par la force centrifuge agissant sur une masse quelconque (qui est quelquefois le poids de la roue ou celui du châssis), soit par une commande; à ce moment une seule roue actionne la voiture; ou bien les roues sont entraînées par un dispositif à encliquetage qui permet à l'une des roues de tourner plus vite que l'autre. Dans le dispositif Godefroy, le débrayage est commandé automatiquement par la direction, il est complètement indépendant de la volonté du conducteur: l'un des moyeux des roues est relié à l'arbre moteur par l'intermédiaire d'un embrayage quelconque (cône, plateau, segment, disques, etc.) poussé par un ressort, dont le débrayage se produit par un petit plateau remplaçant la douille d'embrayage et muni d'encoches en forme de V à pointe coupée, dans lesquelles viennent se loger des griffes *ad hoc* appartenant à un plateau fixe. Si la voiture marche en ligne droite, les griffes sont à fond et le ressort assure l'embrayage; le moyeu est alors solidaire de l'arbre moteur et les deux roues motrices sont commandées. Dès que l'on tourne la direction, soit à droite soit à gauche, un levier commandé par celle-ci, fait tourner le plateau à

encoches et les griffes montent sur le bord de ces dernières, obligeant la douille d'embrayage à reculer, provoquant ainsi le débrayage de la roue.

La figure 153 représente l'appareil Hedgeland, disposé au centre de l'essieu comme un différentiel ordinaire; A et B sont des manchons clavetés sur

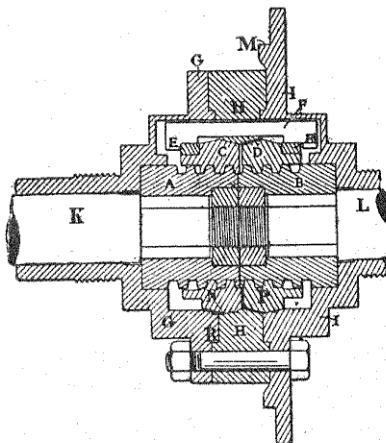


Fig. 153. — Dispositif Hedgeland supprimant le différentiel.

les arbres K et L commandant les roues, ils sont filetés extérieurement au même pas et dans le même sens (gros filet carré et pas à droite); sur ces vis peuvent se déplacer les deux écrous en acier C, D, dont la partie extérieure trempée forme un double cône pouvant venir se serrer dans des parties femelles solidaires de la boîte G H I, sur laquelle est montée, en M, la roue dentée recevant le mouvement de l'arbre moteur. En EE<sub>1</sub>, se trouvent des

bagues en acier, ouvertes d'un côté et agissant comme des segments de frein extensible sur les écrous CD qu'elles freinent légèrement, les empêchant ainsi de se visser brusquement à fond d'un côté ou de l'autre; elles sont entraînées par trois clavettes F logées dans des cannelures de la boîte, ces clavettes servent en même temps à limiter les courses des écrous C et D. Le fonctionnement est le suivant : lorsque la boîte G, H, I, commence à tourner (et la voiture dirigée en ligne droite), les roues du véhicule et par conséquent les arbres KL opposent une certaine résistance au mouvement de rotation, les écrous CD, se déplaçant alors sur leurs vis, viennent coincer leur cône extérieur sur les faces N et P, provoquant l'entraînement des deux arbres. Si on veut faire marche arrière et que I tourne en sens inverse, ce seront les côtés R et S qui produiront l'entraînement, et plus la résistance des roues est grande, plus les vis appuieront fortement ces écrous sur les faces d'entraînement. Supposons maintenant que le véhicule vire du côté de l'arbre K, l'écrou C continuera son entraînement comme avant; mais l'arbre L situé à l'extérieur du virage tournera plus vite que la boîte GHI (qui entraîne K et tourne à sa vitesse), B dévissera l'écrou D et le décollera de P jusqu'au moment du ralentissement de L, où il viendra de nouveau en contact; si l'on vire de l'autre côté, ce sera C qui n'entraînera plus. Toujours, c'est la roue située à l'intérieur de la courbe que décrit la voiture qui est motrice et la deuxième tourne folle. Une autre disposition

de ce principe est représentée fig. 154 qui montre l'un des moyeux en coupe, le second est tout à fait pareil, sauf pour le sens du filet qui est symétrique; à chaque extrémité de l'arbre moteur A existe

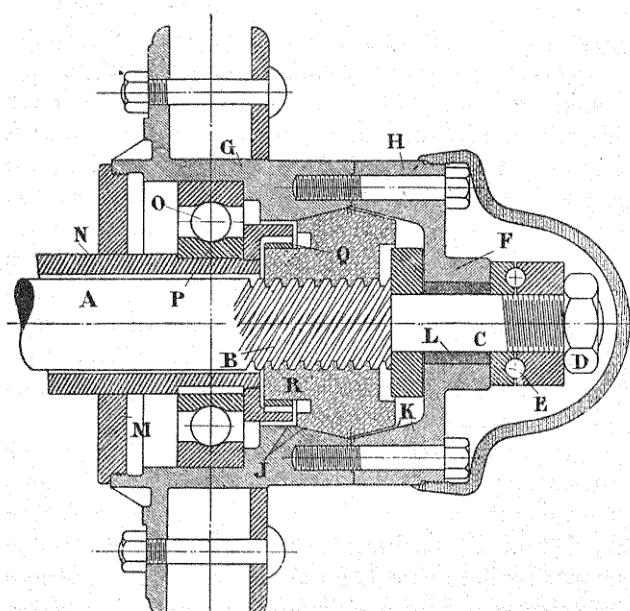


Fig. 154. — Moyeu Hedgeland pour essieu moteur sans différentiel.

un filetage B à pas très allongé ( $23$  à  $25^\circ$ ) muni d'un écrou R, ayant extérieurement la forme d'un double cône pouvant porter sur deux surfaces coniques J et K, appartenant au moyeu. Lorsque l'écrou est coincé sur le cône J, l'essieu A entraîne le moyeu

G dans le sens de la marche avant; si, pour une cause quelconque, l'écrou R vient à se dévisser, la transmission cessera et la roue deviendra folle; trois causes peuvent produire cet effet: le renversement du sens de rotation de l'arbre A, un ralentissement de cet arbre ou un mouvement de rotation plus rapide de la roue; dans le premier cas, obtenu par la manœuvre du conducteur, l'écrou R se détachera de J, mais viendra se coincer sur K et produira la marche arrière; l'augmentation de vitesse de rotation de la roue peut se produire dans la descente d'une côte, les roues tourneront folles ou entraîneront le moteur par la face K jusqu'au moment où le véhicule aura, de nouveau, besoin de force pour se déplacer; ou bien, dans un virage où la roue extérieure tourne plus vite que celle intérieure et, par conséquent, que l'essieu. Pour empêcher l'écrou de rester entre les deux cônes et l'obliger de se déplacer sur son filet, une lame de frein opère une très légère pression en Q sur l'écrou, elle est fixée en P sur la douille N portant les ressorts et les attaches au châssis.

Dans le système à encliquetage Brouhot, chacune des roues porte une couronne dentée; d'autre part, à chaque extrémité de l'essieu est disposé un plateau porteur d'un axe sur lequel se trouve un cliquet à trois branches, dont l'une, celle inférieure, est logée dans une cavité de l'essieu; quand celui-ci tourne, le cliquet oscillant autour de son axe engage, suivant le sens de la marche, l'une ou l'autre de ses branches supérieures entre les dents de

la couronne et entraîne la roue; dans un virage, le cliquet permet à la roue extérieure de prendre une vitesse plus grande que l'autre.

On a aussi essayé de remplacer les différentiels par des mécanismes sans engrenage, composés de leviers articulés, ou de balanciers oscillants, dont la construction est aussi délicate que celle d'un différentiel ordinaire, sans en offrir toutes les garanties.

## CHAPITRE VII

### Freins

Le frein est un des organes les plus importants du châssis; sans freins puissants, impossible de marcher vite, car l'on n'est plus maître de sa voiture; un bon conducteur devra donc toujours veiller à ce que ses freins soient toujours en parfait état et serrent bien; ils doivent être assez forts pour caler les roues quoique, au moment de leur utilisation il faut, autant que possible, éviter de le faire car, non seulement on détériore ses pneus, mais l'arrêt est plus long à obtenir lorsque les roues glissent sur le sol, immobilisées par le frein, que lorsqu'elles continuent à tourner et que le frottement destiné à éteindre la force vive de la voiture se fait régulièrement entre les organes disposés à cet effet: frein et tambour; on obtient ainsi l'effort retardateur maximum (à moins que le pneu ne crève et porte par une vingtaine de centimètres sur le sol, les surfaces de frottement ainsi augmentées deviennent alors comparables à celles des tambours de frein et l'arrêt du véhicule s'obtient trop rapidement). Un bon frein doit être progressif et très modérable en cas de besoin, il doit obéir immédiatement à sa commande (levier ou pédale) de façon à satisfaire aux multiples arrêts nécessités par la

circulation encombrée des villes et permettre des descentes régulières sur de longues pentes.

Des essais de freinage ont été faits, à Paris et à Berlin, pour comparer les arrêts obtenus, dans de mêmes conditions, par des voitures à chevaux et des automobiles; deux voitures (l'une auto et l'autre hippomobile) partaient de front et marchaient à la même allure, à un certain moment un commissaire faisait signe d'arrêter et on relevait les distances parcourues depuis ce moment jusqu'à l'arrêt complet; tous les automobiles se montrèrent supérieurs aux voitures à chevaux: fiacres, omnibus, camions, etc.; une voiture de cinquante chevaux s'arrêta sur 67 centimètres, alors qu'un équipage lancé à la même allure nécessita 17 mètres. Voici un petit tableau donnant les distances sur lesquelles s'arrêtèrent les véhicules concurrents:

	Mètres		Mètres
Fiacre automobile..	5 »	Fiacre avec cheval..	28 »
—	4.50	—	8 »
—	3.90	—	8.28
—	6.50	—	16 »
Camion automobile	4 »	Camion à 2 chevaux	22 »
—	1.80	—	18 »
Autom. de pompiers	3.80	Fourg. de pompiers	16 »
Autom. de tourisme	0.67	Equip. à 2 chevaux.	17 »
—	8.65	—	18.40
Omnib. automobiles	4.50	Omnibus à chevaux	12.30
—	11.60	—	18 »

Sur l'arrêt des automobiles pour des vitesses déterminées, l'Automobile-Club d'Amérique fit, il

y a quelques années, des essais très sérieux sur la promenade Riverside-Drive; certaines voitures ont été arrêtées avec une accélération négative de 3 mètres par seconde, correspondant à un effort retardateur de 300 kilogr. par tonne; la moyenne des essais, sur 17 types différents, ne donna, comme résultat, que 2 m. 50 d'accélération négative, correspondant à un effort retardateur de 250 kilogr. Ces chiffres, qui n'ont rien de mathématique, permettent de déterminer à peu près, mais très rapidement, le temps et l'espace nécessaires pour arrêter un véhicule. Le nombre de secondes que demande une voiture pour s'arrêter, s'obtient en divisant par 3 ou 2.5 (accélération négative) sa vitesse exprimée en mètres par seconde et le chemin parcouru sera toujours à peu près égal à la moitié du produit de la vitesse (exprimée en mètres par seconde) par le temps nécessaire à l'arrêt, exprimé en secondes. Ainsi une voiture qui marche à 36 kilomètres à l'heure, soit 10 mètres à la seconde, pourrait s'arrêter en:

$$\frac{10}{3} = 3 \text{ secondes } \frac{1}{3}$$

sur un parcours de:

$$\frac{10 \text{ mètres} \times 3 \frac{1}{3}}{2} = 16 \text{ mètres } 60$$

Ces formules empiriques donnent des valeurs satisfaisantes pour la pratique; elles nous ont servi à calculer le tableau suivant qui donne les temps en secondes, et les distances en mètres, nécessaires

pour arrêter une voiture à différentes vitesses (l'accélération négative a été prise de 3 mètres par seconde, c'est celle donnée aux essais par les meilleures voitures).

VITESSES		ARRÊT	
en mètres par seconde	en kilomètres à l'heure	Durée en secondes	Chemin parcouru en mètres
4	3 <sup>k</sup> 600	0.3	0.47
2	7.200	0.6	0.66
3	10.800	1 »	1.50
4	14.400	1.3	2.66
5	18 —	1.6	4.46
6	21.600	2 »	6 »
7	25.200	2.3	8.45
8	28.800	2.6	10.65
9	32.400	3 »	13.50
10	36 —	3.3	16.66
15	54 —	5 »	37.50
20	72 —	6.6	66.60
25	90 —	8.3	108 »
30	108 —	10 »	150 »
40	144 —	13.3	267 »

Les règlements administratifs exigent que deux freins bien distincts soient disposés sur chaque voiture automobile et l'un d'eux doit être monté directement sur les roues motrices ou sur des couronnes immédiatement solidaires de celles-ci; ils doivent être capables de caler les roues et l'un doit serrer

dans les deux sens, permettant d'arrêter toute dérive en arrière (à moins qu'un dispositif spécial soit prévu pour ce cas). En général, les deux freins dont sont munies les voitures actuelles serrent en marche avant et en marche arrière; l'un d'eux est commandé par la pédale de droite et l'autre par un levier; l'emplacement de l'un est donné par les règlements (sur les roues), l'autre se place sur le différentiel, ou sur l'arbre de commande du pont arrière, ou près du changement de vitesse sur l'arbre secondaire à sa sortie de la boîte; lorsqu'il y a trois freins, il y en a, généralement, un sur les moyeux, un sur le différentiel et le dernier sur l'arbre secondaire, les commandes, dans ce cas, se font par un levier et deux pédales. Presque toutes les voitures ont leur frein sur le différentiel commandé par la pédale, et il semble pourtant qu'il vaut mieux que celle-ci commande les freins des roues, car c'est elle que l'on utilise continuellement, le levier n'est qu'un dispositif de secours supplémentaire; le frein sur le différentiel, ou sur l'arbre secondaire, fatigue beaucoup les organes de transmission et les satellites, car l'effort provoqué par le freinage est souvent bien supérieur à l'effort produit par le moteur; il serait préférable de mettre une couronne de frein de chaque côté du différentiel solidaire de chacune des roues planétaires. Le freinage sur les roues, outre qu'il ne fatigue pas le différentiel, ne gêne pas la conduite dans les virages. Bien réglé, il ne fait pas plus déraper que le freinage sur le différentiel, au contraire.

Le moteur, surtout pour les longues descentes, peut également servir de frein; de très intéressantes expériences ont été faites à ce sujet, dans lesquelles un moteur était entraîné par une dynamo dont on connaissait le rendement aux différentes vitesses et à différents débits, de telle sorte que l'on pouvait déduire la puissance mécanique effective absorbée par le moteur, des observations relevées sur les appareils électriques de contrôle; ces expériences ont montré que les résistances passives du moteur, c'est-à-dire celles dues aux frottements des pistons dans les cylindres et aux articulations de toutes sortes, sont égales à 20 p. 100 de la puissance du moteur; ainsi un moteur de 20 chevaux dont on aurait ouvert la culasse de façon à ce qu'il n'y eût ni aspiration ni compression, demanderait 4 chevaux de force pour l'entraîner à la vitesse de son régime. La résistance est encore plus grande lorsque l'on agit sur l'aspiration et sur les robinets de décompression. Avec l'allumage coupé et l'admission ouverte, le moteur fonctionnant dans les conditions normales de son état de travail, l'absorption de force est de 28 à 30 p. 100 de sa puissance; dans ce cas l'aspiration remplit le cylindre au premier temps, l'air est comprimé au deuxième temps en s'échauffant, se détend au troisième temps et s'échappe au quatrième; quoique la détente suive immédiatement la compression, il y a absorption de force car l'air est refroidi par la circulation d'eau pendant que la compression augmente sa température, il ne rend donc qu'une partie du tra-

vail nécessaire à sa compression; ce procédé de freinage n'est conseillable que lorsque le conducteur peut (et n'oublie pas de le faire) fermer le robinet d'arrivée d'essence, de façon à ce que le moteur n'aspire que de l'air, non seulement pour éviter la consommation inutile d'essence, mais encore pour ne pas détériorer le silencieux car si on laisse le moteur aspirer des gaz du carburateur pendant un certain temps avec l'allumage coupé, et qu'ensuite on veuille remettre le moteur en marche, le mélange carburé s'allumera, 8 fois sur 10, dans le pot d'échappement, produisant une explosion pouvant entraîner son éclatement. Si on ferme complètement l'admission, la résistance du moteur est égale au tiers de la puissance qu'il développe normalement : un moteur de 20 chevaux produit un effort retardateur de 8 chevaux, ce qui est souvent plus que suffisant pour empêcher une voiture d'accélérer sa vitesse dans une descente d'environ 10 p. cent; si ce freinage est insuffisant pour retenir le véhicule, on peut mettre en troisième vitesse ou même en deuxième; généralement la résistance du moteur est telle en première ou en deuxième vitesse que la voiture s'arrête dans une descente moyenne; il faut bien se rappeler que cette résistance reste proportionnelle à la puissance du moteur. Ainsi sur une voiture de même poids un moteur de 20 chevaux freinera deux fois plus fort qu'un moteur de 10 chevaux. La fermeture complète de l'admission produit souvent des rentrées d'huile du carter dans les cylindres, par la raréfaction de

l'air au-dessus des pistons pendant la course d'aspiration, ce qui peut encrasser les cylindres lorsque la descente est longue, et gêner la reprise du moteur lorsque l'on rétablira l'allumage; on obviera à cet inconvénient en munissant les robinets décompresseurs d'une petite tirette que le conducteur manœuvrera lorsqu'il veut se servir de son moteur comme frein; avec l'admission fermée et les robinets de décompression ouverts, l'absorption de force est de 45 à 50 % de la puissance initiale du moteur; il ne faut pas que les trous décompresseurs soient ou par trop petits ou trop grands: le meilleur effet est obtenu lorsqu'ils ont un diamètre compris entre 0,06 à 0,07 du diamètre du cylindre, soit un trou de 6 à 7 mm. pour un alésage de 100. Dans les valeurs d'effort retardateur données ci-dessus, il n'est pas tenu compte des pertes de transmission dans la voiture, pertes qui augmentent l'effet freinant aux jantes; on voit que, sans rien changer au mécanisme, le moteur peut être utilisé comme un puissant frein ralenti-seur (non comme frein d'arrêt), qui ne s'échauffe pas, puisque par la circulation d'eau il se trouve continuellement refroidi; d'ailleurs, la température produite par la compression n'est pas comparable à celle occasionnée par les explosions du moteur en travail.

Quelques moteurs ont été munis de dispositifs spéciaux pour augmenter le freinage: c'est généralement par un déplacement longitudinal d'un des arbres à camées que l'effet est obtenu; nous

citerons les deux procédés suivants : dans l'un, on ouvre l'aspiration en grand ainsi qu'une prise d'air extérieur, de façon à ne pas aspirer de mélange carburé (cette prise d'air est une complication, car elle peut être un sujet de fuite et d'irrégularité pour l'aspiration des gaz du carburateur, pendant la marche normale du moteur ; de plus, elle nécessite une commande spéciale), on déplace l'arbre à cames d'échappement, de façon à obtenir la distribution suivante : au premier temps, le cylindre aspire une complète cylindrée d'air non carburé ; au deuxième temps, compression de cet air, c'est le freinage ; au commencement du troisième temps, échappement brusque de l'air comprimé : il n'y a donc pas de restitution de travail par la détente ; quatrième temps : échappement normal vidant le cylindre ; ce mode de freinage donne une puissance absorbée égale à 0,65 de la force du moteur. Le deuxième procédé ne nécessite pas de prise d'air extérieur, il produit un freinage double de puissance ; il ne rafraîchit pas le moteur d'air extérieur, mais nous savons qu'il n'en a pas besoin puisque, quelle que soit sa distribution lorsqu'il tourne sans allumage, la température intérieure n'atteindra jamais celle existant au moment du travail normal. Dans ce deuxième procédé, on déplace l'arbre à cames d'admission, de façon à ce que les soupapes d'admission ne se lèvent plus ; il n'y aura donc aucune aspiration ; l'arbre à cames d'échappement est déplacé aussi (dans les moteurs à arbre unique, une seule manœuvre suffit) et les

soupapes d'échappement sont soulevées par une came à double bosse, de sorte que la soupape reste fermée pendant toute la course ascendante du piston, donc compression et freinage, et reste ouverte pendant la course descendante; de ce fait, pas de détente sur le piston; le freinage a lieu à chaque tour et la détente se fait dans le tuyau d'échappement; on peut critiquer l'aspiration des gaz chauds de l'échappement, mais ce ne sont que les premières cylindrées qui sont dans de mauvaises conditions: lorsque le moteur aura fonctionné quelques instants comme frein, le tuyau sera d'une température normale; les compressions suivies de détente, avec la circulation d'eau, ne pouvant pas éléver la température de ces gaz.

Les différents systèmes de freins mécaniques employés en automobile, peuvent se diviser en deux classes principales : les freins extérieurs et les freins intérieurs. Les premiers peuvent être des trois types suivants : 1° à enroulement (genre Lemoine, Jeantaud); 2° à lame; 3° à sabots ou mâchoires. Les freins intérieurs peuvent être à segments extensibles ou à patins. Il existe un grand nombre d'autres types de freins, car tout embrayage progressif peut devenir un frein sans grande modification; les systèmes à disques multiples, à plateaux, à cône, etc., ont été essayés, mais n'ont jamais eu d'application courante.

Les freins à enroulement, que l'on n'emploie plus du tout en automobile, se composent d'un câble en chanvre ou en acier E (fig. 155), muni ou non

de tasseaux de bois ou de fibre pour augmenter l'adhérence; ce câble est enroulé plusieurs fois sur un tambour D solidaire de la roue B; une de ses extrémités H est reliée au point fixe C, et l'autre est attachée à la bielle F actionnée par l'organe de commande, levier ou pédale, qui, en tirant sur le câble, le serre sur le tambour comme la corde d'un cabestan; ce mécanisme, quoique très énergique, s'use vite, se desserre mal et ne serre que dans un sens. M. Jeantaud modifia ce dispositif de façon

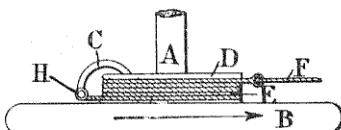


Fig. 155. — Frein à enroulement.

à ce qu'il puisse serrer aussi bien en marche avant qu'en marche arrière : deux câbles d'acier sont enroulés en sens inverse sur le tambour de la roue; ils sont fixés tous deux d'une part à une pièce reliée rigidement à l'essieu de la voiture, et, d'autre part, aux chapes de deux leviers clavetés sur un même axe et diamétralement opposés; cet axe pivote dans un support fixé sur le ressort de suspension et porte un levier commandé par le conducteur.

Les freins à serrage extérieur ne sont presque plus employés pour les roues; on ne les trouve que sur le différentiel ou sur la transmission, et ceux à lame tendent de plus en plus à disparaître.

Ces derniers peuvent serrer dans un seul sens ou dans les deux sens; la figure 156 représente un de ces freins serrant en marche avant seulement et disposé pour être placé sur un tambour de roue arrière que l'on voit en A; le frein proprement dit se compose d'un ruban métallique B, faisant pres-

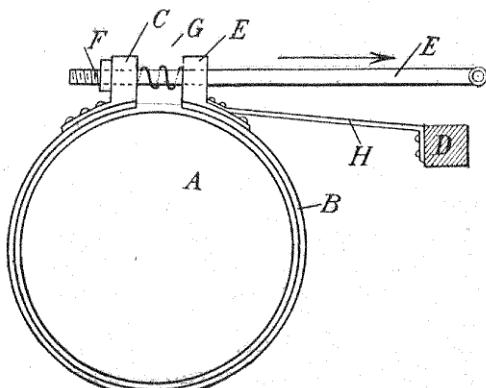


Fig. 156. — Schéma d'un frein à lame.

que le tour du tambour et portant à ses extrémités deux oreilles CE où passe la bielle de tirage E, dont on règle la longueur par l'écrou F; un ressort G écarte les extrémités de la lame pour le desserrage; le frein est supporté par une tige H, attachée à un point fixe D du châssis, elle est assez élastique pour permettre à la lame de suivre les mouvements de la roue lorsque les ressorts de suspension du véhicule jouent; de plus, elle sert de butée au frein et l'empêche de culbuter au moment du serrage. Les rubans métalliques qui for-

ment ces freins à lames sont généralement en acier dur et étaient autrefois garnis intérieurement soit de cuir, soit de poil de chameau (tissu très résistant dont on fait des courroies de transmission pour l'industrie), soit de taquets en bois dur ou en fibre; toutes ces garnitures se brûlent très rapidement; on les remplace maintenant par des taquets de cuivre rouge, de bronze ou de fonte douce, ou

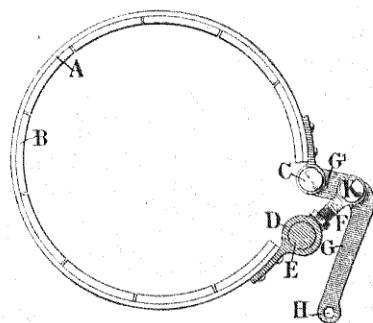


Fig. 157. — Frein à lame, serrant dans un seul sens.

bien par un tissu d'amianto et de fils de cuivre qui, tout en ayant les qualités de progressivité parfaite des garnitures souples, ne brûle pas. La figure 157 représente un frein à lame ne serrant aussi que dans un sens, mais dont le point fixe E est inviolable par rapport à l'axe du tambour; la lame A, garnie des taquets de frottement B, porte à chaque extrémité une chape C et D dont l'une, D, est attachée au point fixe, et l'autre, C, à un levier GG<sub>1</sub> qui prend son point d'appui sur l'axe K de la tige réglable F vissée au milieu de l'axe E; en tirant

en H, on approche C de D et le frein se serre lorsque le tambour tourne, dans le sens de BACD, car le mouvement de rotation entraîne les taquets et les fait fortement appliquer; dans l'autre sens, si on tire sur H, on fait frotter également les taquets sur le tambour, mais à cause du point fixe E, l'entraînement est nul et le freinage presque insignifiant. Pour obtenir le freinage dans les deux sens,

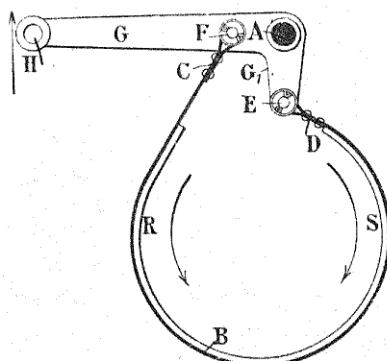


Fig. 158. — Frein à lame serrant dans les deux sens.

il faut employer la disposition représentée fig. 158, le point fixe est en A, il sert de point d'appui au levier  $GG_1$ ; si le tambour de frein tourne dans le sens de la flèche R et que l'on tire sur l'extrémité H du levier  $GG_1$ , la lame sera tirée par E et le point F tiendra lieu d'attache; la garniture du ruban se trouvera entraînée par le tambour et provoquera le freinage; la même chose se produira si la roue tourne dans le sens opposé, sens de la

flèche S : ce sera alors E qui jouera le rôle de point d'attache et F fera tirage.

Les figures 159 et 160 représentent des applications pratiques de freins à lames serrant dans les deux sens ; dans la première (fig. 159), le support fixe F porte l'axe G sur lequel est claveté d'un côté un petit balancier HJ dont les

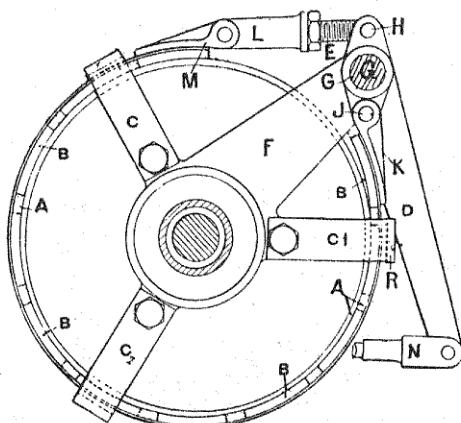


Fig. 159. — Frein à lame, serrant dans les deux sens, avec dispositif de réglage.

extrémités sont reliées aux bouts, M et K de la lame de frein ; de l'autre côté de l'axe G est calé le levier de commande D dont on voit en N la bielle de tirage ; en agissant sur cette bielle dans le sens de traction, on fait tourner l'axe G et le balancier HJ tire des deux côtés sur le ruban de frein ; un réglage L, E, permet de compenser l'usure des taquets B ; des étriers, C, C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub>, mu-

nis des traverses R, centrent le frein desserré et l'empêchent de se rejeter tout d'un côté. Dans le modèle représenté fig. 160, le point d'attache de la lame est situé en son milieu : c'est un support, B, rivé sur le ruban d'acier, A, et portant un bossage C maintenu entre les deux oreilles D d'une pièce fixée au châssis ; l'assemblage est tel que C peut

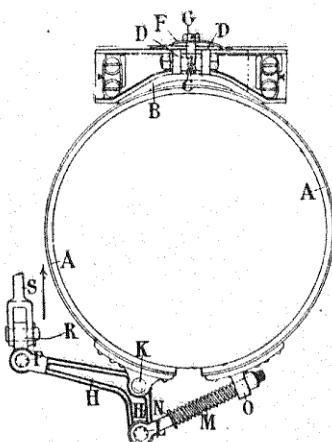


Fig. 160. — Frein à lame suspendu en son milieu.

monter ou descendre, mais ne peut pas se déplacer sur le côté; une vis G et un ressort plat F supportent le frein; au moment du serrage, tout descend, en écrasant le ressort F, jusqu'à ce que le frein soit en contact avec le tambour, et lorsque l'on desserre, le ressort F soulève l'ensemble, écartant ainsi le frein du tambour; le serrage se produit en tirant sur la bielle S qui agit par la chape

double R et l'articulation P sur le levier HH , lequel fait approcher les pièces K, O, rivées aux extrémités de la lame; un ressort à boudin M, qui s'appuie sur la rondelle N et sur l'oreille O, facilite le desserrage. La figure 161 montre une autre disposition du levier, avec attache de frein dans le milieu de la lame, laquelle est coupée en cet endroit; deux pièces articulées, K et L, réunissent le ruban de frein B au point fixe G; les taquets de

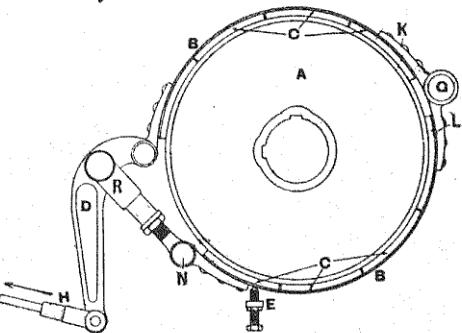


Fig. 161. — Frein à lame avec point fixe diamétralement opposé à la commande.

frottement C laissent un espace libre vers l'axe G, de façon à éviter le broutement qui pourrait se produire; la bielle H, en se déplaçant suivant la flèche, fait rapprocher les deux points M et N à l'aide du levier D et de la tige réglable R; une butée E oblige la lame supérieure à s'écartier du tambour lorsque le frein est desserré.

*Freins extérieurs à mâchoires.* — Dans les freins à mâchoires, dont l'application tend à se généra-

liser, le collier est remplacé par deux patins venant frotter chacun sur presque une demi-circonférence du tambour; leur commande les fait se rapprocher ou s'écartier simultanément; ils serrent dans les deux sens de marche. La figure 162 en montre le fonctionnement; les deux demi-colliers A et B sont articulés sur un axe fixe K; l'extrémité libre H de la mâchoire A est reliée au levier C et l'extrémité libre de B est attachée en J au même

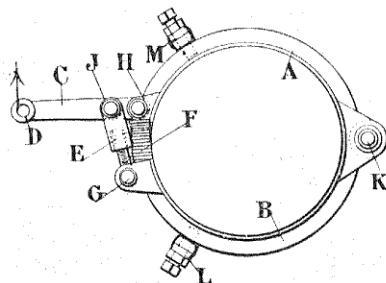


Fig. 162. — Frein extérieur à mâchoires.

levier, par l'intermédiaire de la biellette réglable E; en tirant le point D dans le sens de la flèche, les deux demi-colliers se rapprochent, serrant ainsi le tambour et provoquant le freinage tout en comprimant le ressort F, dont le but est d'écartier les mâchoires au moment du desserrage et de les faire buter contre les vis M et L, ce qui oblige les deux côtés à s'écartier; sans ces vis de butée, la partie B seule s'écarterait du tambour et A porterait sur ce dernier de tout son poids. Tous les freins extérieurs à mâchoires sont construits sur le même prin-

cipe : il n'y a que la manière de produire le rapprochement des deux segments de freinage qui les différencie. La figure 163 représente une autre disposition de levier : les deux extrémités libres des mâchoires A et L sont reliées au levier D, l'une directement et l'autre par la bielle G qui passe dans un trou pratiqué dans la pièce J articulée par deux tourillons dans le levier D ; un écrou à oreilles E permet de régler le frein et de com-

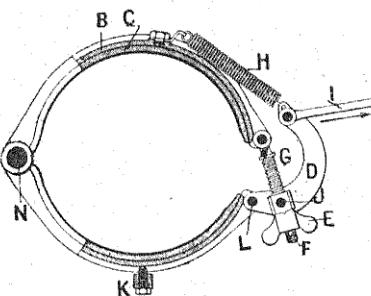


Fig. 163. — Frein extérieur à mâchoires avec réglage à la main.

penser l'usure des mâchoires dont la partie B est en acier coulé, et la garniture C en fonte douce ; le desserrage est aidé par le ressort H qui est fixé sur le demi-collier supérieur et vient tirer à l'extrémité du levier D, près du point d'attache de la bielle de commande I. Les mâchoires de ce genre de freins sont très rarement munies de garnitures souples, le frottement se fait généralement d'acier sur acier, de fonte sur acier ou de bronze sur acier. Les deux demi-colliers peuvent être rapprochés

par un système d'engrenages, comme on le voit figure 164 : la biellette de commande C tire sur

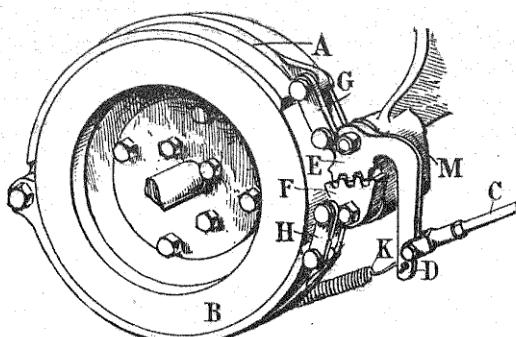


Fig. 164. — Frein extérieur à mâchoires avec serrage par secteurs dentés.

un levier D faisant corps avec un secteur denté E qui engrène avec un deuxième, F; les deux axes

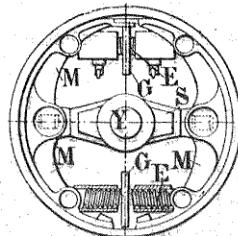


Fig. 165. — Frein à mâchoires intérieures, dont l'écartement est provoqué par des vis.

de rotation appartiennent à un support M fixé au châssis; chacun des secteurs est relié à l'une des mâchoires A et B par l'intermédiaire des jumelles

articulées G et H. Le mouvement de rapprochement et d'écartement des segments de frein peut aussi être obtenu par une double vis dont un côté est fileté à droite et l'autre à gauche; chacun de ces filetages est engagé dans un écrou articulé à l'ex-

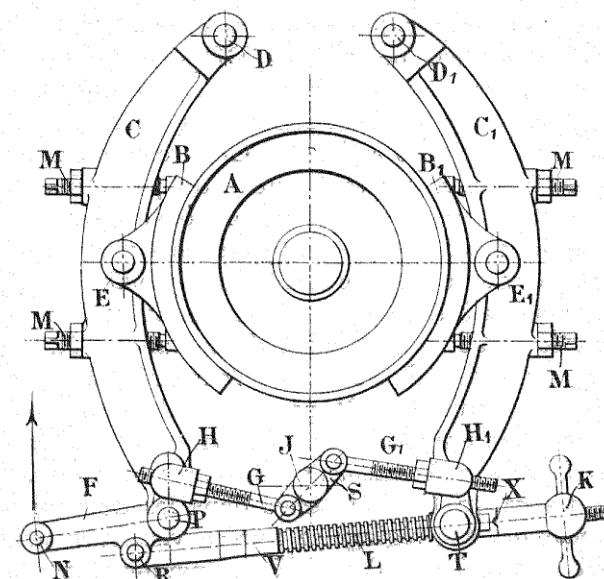


Fig. 166. — Frein à mâchoires extérieures « de Dion-Bouton ».

trémité de chaque mâchoire, rappelant la commande représentée figure 165, où les mâchoires M sont à l'intérieur du tambour; une pièce S les empêche de tourner et leur écartement est provoqué par les vis E qui portent un plateau G percé

de trous où viennent se raccorder les bielles de commande.

La figure 166 représente le frein du changement de vitesse des voitures « de Dion-Bouton ». Il comporte une poulie en acier coulé A, sur laquelle peuvent venir s'appliquer deux sabots en fonte BB<sub>1</sub> montés sur deux balanciers en acier estampé, CC<sub>1</sub>, articulés en deux points fixes, DD<sub>1</sub>; chaque sabot est fixé par un axe E au balancier et maintenu par deux vis M qui assurent son centrage sur la poulie. Deux bielles articulées, GG<sub>1</sub>, réunies par le levier double S pivotant autour du point fixe J, obligent les deux balanciers à se mouvoir symétriquement, de sorte que les deux sabots portent en même temps sur le tambour et que jamais l'arbre n'est soumis à la flexion qui résulterait de l'appui d'un seul sabot. La commande se fait en N, au bout du levier F articulé à l'extrémité P d'un balancier et tirant, en R, par une bille réglable V, sur l'extrémité T de l'autre balancier; un ressort L aide à l'écartement des sabots au moment du desserrage. Ce frein serre dans les deux sens de marche; son réglage se fait en vissant la manette K arrêtée par l'ergot X; on diminue ainsi la distance des extrémités des balanciers et rapproche les sabots de la poulie.

Les freins extérieurs sont trop exposés aux projections de boue pour être appliqués pratiquement aux roues, sur lesquelles il est préférable de monter des freins intérieurs.

*Freins intérieurs au tambour.* — Dans ces freins,

la partie mobile qui, par son déplacement, vient en contact avec l'intérieur du tambour, peut être formée d'une seule couronne coupée en un point et s'ouvrant comme un segment de piston, ou bien de deux sabots rigides articulés en une extrémité à un point fixe; l'autre extrémité est écartée par des excentriques ou un système de leviers. La figure

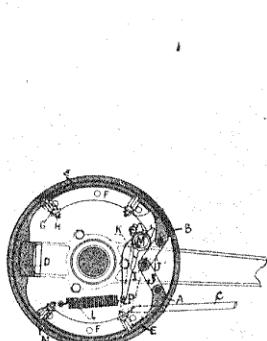


Fig. 167.  
Frein intérieur à segment extensible.

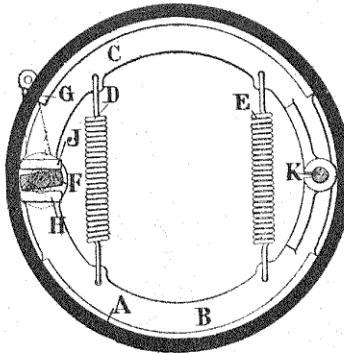


Fig. 168.  
Frein à patins intérieurs,  
à un pivot.

167 représente un dispositif à segment extensible unique : à l'intérieur du tambour N fixé sur la roue, se trouve une couronne en fonte E ouverte en un endroit; elle est maintenue du côté opposé à la coupe par une pièce fixe D qui se loge dans une entaille de la couronne, lui permettant un certain mouvement rayonnant, mais l'empêchant de tourner; l'écartement des extrémités A, B, destiné

à provoquer l'application de la couronne extensible E contre le tambour N, est produit par un doigt K qui vient appuyer sur un rouleau I dont l'axe réunit les deux bielles J fixées aux extrémités A et B; le doigt K est claveté sur un axe M qui porte extérieurement un levier P sur lequel agit la tirette de commande C; un ressort L facilite le recul du doigt de poussée K. Lorsque le frein est desserré, pour éviter que le segment E vienne frot-

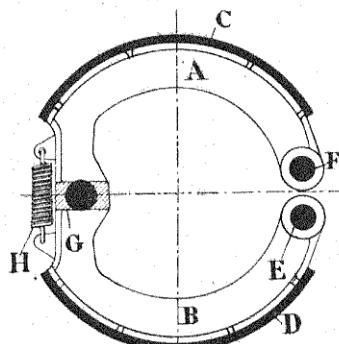


Fig. 169. — Frein à patins intérieurs, à deux pivots.

ter contre le tambour, des petits axes, munis de ressorts G, prennant leur point d'appui sur une pièce fixe F, viennent le tirer vers le centre. Les freins avec deux segments rigides ou sabots intérieurs sont plus simples; aussi, les préfère-t-on aux précédents, la figure 168 indique la disposition généralement adoptée : deux sabots en fonte, B et C, articulés autour d'un point fixe K, sont disposés à l'intérieur du tambour A solidaire de la roue de

la voiture; ils peuvent venir frotter contre le tambour sous l'action de la came F en acier trempé, qui en tournant appuie sur les faces J, H, et écarte les sabots l'un de l'autre; deux ressorts de rappel, D et E, les ramènent vers le centre au moment du desserrage. Ce type de frein à un axe a des ten-

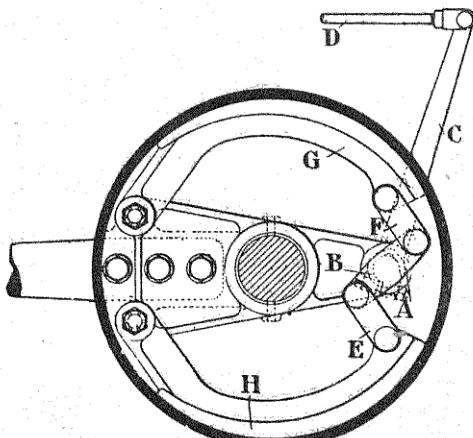


Fig. 170. — Frein à patins intérieurs commandés par balancier.

dances à brouter, surtout lorsque l'angle de contact des sabots (généralement de  $120^\circ$  pour chaque) est trop grand; aussi, beaucoup de constructeurs ont-ils mis deux points de fixation, comme on le voit fig. 169. Chaque segment de frein, A et B, possède son axe de repos; la came G travaille dans les mêmes conditions que dans le frein précédent; comme chacun des segments est bien fixé en E et

F, un seul ressort H suffit pour le desserrage et pour maintenir le tout en place; les pièces A et B sont en acier coulé et portent des segments en fonte, C et D, fixés par des vis ou des rivets.

La figure 170 nous montre un dispositif d'écartement des sabots par un système de leviers : un

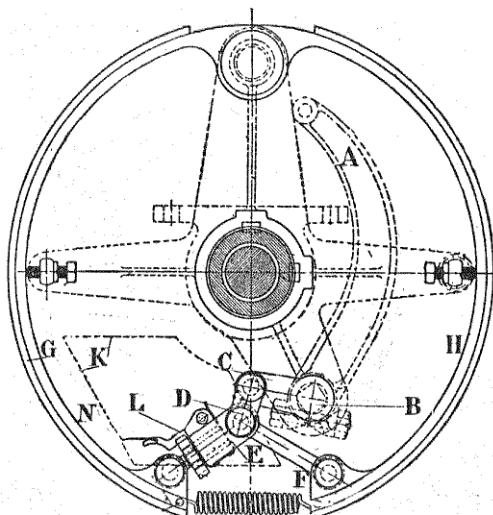


Fig. 171. — Frein à patins intérieurs commandés par un système de bielles.

petit balancier, A, monté sur un axe B sur lequel est claveté le levier C commandé par la tringle de tirage D, pousse sur les extrémités libres des deux segments de frein G et H à l'aide des bielles E et F. Une autre disposition par système articulé est représentée fig. 171 : le levier de commande A

provoque la rotation de l'arbre B qui porte un petit levier intérieur C, lequel agit par la jumelle D sur les deux biellettes E et F fixées aux extrémités des segments de frein G et H; l'une de ces biellettes, E, porte un dispositif de réglage pour compenser l'usure des patins; le réglage peut être fait sans démonter la roue, grâce à une ouverture K.

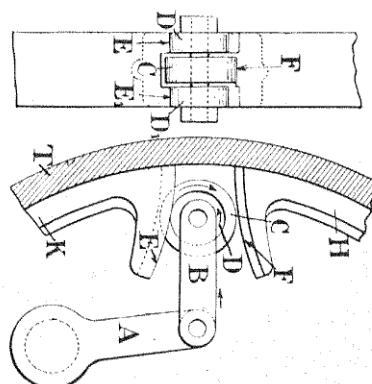


Fig. 172. — Ecartement des patins par galets.

(munie d'une porte) par laquelle on peut venir agir sur la vis L munie d'un arrêt de sûreté N.

L'écartement des sabots est quelquefois obtenu par un coin qui vient s'engager entre deux rouleaux placés à leurs extrémités libres, ou bien par un système de galets, comme on le voit sur la fig. 172: une biellette B, reliée au levier de commande intérieur, porte trois galets, D, D<sub>1</sub> et C, dont l'un, C, peut rouler sur une joue appartenant à l'un des sabots, et les deux autres, D, D<sub>1</sub>, sur les faces E et

$E_1$ , appartenant à l'autre sabot; les chemins de roulement,  $E$  et  $F$ , sont disposés de telle façon que, par la manœuvre du levier  $A$ , les segments de frein  $H$  et  $K$  se trouvent fortement appuyés contre l'intérieur du tambour  $T$ .

On rencontre aussi des voitures dont les roues

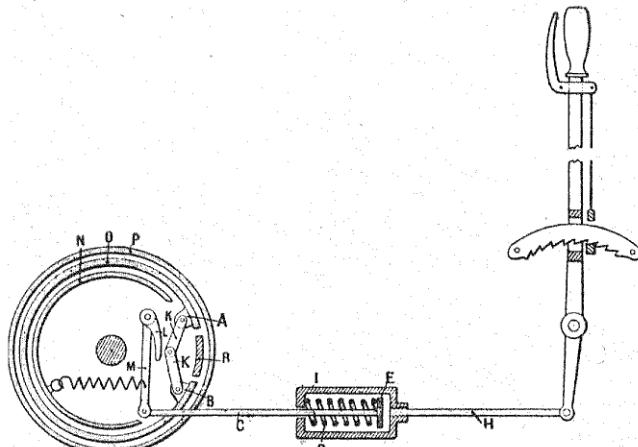


Fig. 173. — Commande élastique de frein.

sont munies d'un double frein, soit côté à côté intérieurement, soit l'un intérieur, l'autre extérieur au tambour; ces derniers freins s'échauffent rapidement; pour remédier à cet inconvénient, certains constructeurs ont mis deux tambours concentriques et, dans l'espace compris entre ceux-ci, ont disposé une circulation d'eau ou des ailettes qui forment ventilateur; ce dernier dispositif a l'in-

convénient de se boucher facilement par la boue et la poussière.

Pour augmenter la progressivité du frein, la maison Dietrich a muni certaines de ses voitures du dispositif représenté figure 173 : la lame élastique O, formant frein, se referme par sa propre élasticité sur une surface de repos fixe, N; ses deux extrémités portent des oreilles A et B reliées par les biellettes K et K<sub>1</sub>; quand on tire sur la tige C, le levier M entraîne un doigt L qui pousse sur le sommet de l'angle formé par KK<sub>1</sub>; le segment O s'ouvre et s'applique à l'intérieur de la poulie de frein P qui cherche alors à l'entraîner dans sa rotation, mais la butée fixe R l'arrête, aussi bien dans un sens que dans l'autre. La progressivité est obtenue par l'amortisseur I : lorsque l'on tire sur la tringle H, le ressort D se comprime et sa poussée se transmet graduellement à la tige C par le disque E; ce dispositif permet de mettre facilement le levier à main dans un cran d'arrêt sans faire flétrir les organes de transmission, comme on le fait avec des commandes non élastiques.

Nous avons déjà dit que tout embrayage bien progressif pouvait être utilisé ou transformé en frein. La figure 174 représente un dispositif à disques multiples : deux séries de rondelles sont solidaires, l'une du tambour *i* monté sur la roue *a*, et l'autre du manchon fixe *o*, lequel peut coulisser sur l'arbre qui l'empêche de tourner; un mouvement de sonnette *h r*, commandé par la tirette *d*, vient faire appliquer les rondelles les unes contre

les autres, provoquant le freinage; le ressort  $\phi$  maintient le manchon  $\sigma$  dans la position de desserrage.

On a également essayé en automobile des freins hydrauliques ou pneumatiques : les premiers comportent généralement une petite pompe actionnée par le moteur, et l'eau sous pression vient pousser des plongeurs munis de patins ou agir dans des appareils rappelant les embrayages hydrauliques. Comme frein pneumatique, nous citerons le dispositif Canello dont furent munies quelques voitures

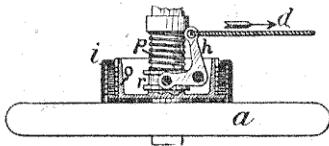


Fig. 174. — Frein à disques multiples.

Mercédès: le moteur actionne un compresseur qui charge d'air sous pression un réservoir appartenant au châssis; le conducteur, à l'aide d'un robinet détendeur, peut envoyer cet air dans une canalisation reliée à chacun des moyeux des quatre roues où il agit sur deux pistons munis de sabots, qui viennent s'appliquer contre la paroi intérieure du tambour de frein, et cela d'autant plus fortement que le détendeur donne de l'air à plus haute pression. Les avantages donnés par ce dispositif ne compensent pas les inconvénients d'une installation aussi compliquée.

*Freinage à l'avant.* — On reproche au freinage

sur les roues arrière (soit direct sur les moyeux, soit sur le différentiel), de faciliter le dérapage, quoique la principale cause reste due aux différences d'adhérence des roues sur le sol, et quelques constructeurs ont cherché à y remédier en montant les freins sur les roues avant. Si les quatre roues ont une adhérence semblable sur un terrain parfait, le freinage des roues avant marque une supériorité incontestable sur celui des roues arrière ; l'expérience suivante le démontre : on prend une petite voiture montée sur quatre roues libres et indépendantes, un jouet d'enfant par exemple, et l'on cale deux des roues montées sur un même essieu au moyen d'une baguette introduite dans les rayons des roues, ou par un autre procédé ; on la place alors sur le bout d'une grande planche à dessin ou d'une table que l'on incline peu à peu jusqu'à ce que le petit chariot se mette en mouvement, on fera alors les constatations suivantes : si les roues calées sont placées à l'arrière, elles auront tendance à glisser de biais sur le plan incliné, c'est-à-dire à déraper dans un mouvement latéral qui fera dévier le véhicule de sa direction ; si les roues calées, au contraire sont placées à l'avant, les roues libres de l'arrière suivront la direction donnée à la voiture sans montrer la moindre tendance à une déviation latérale ; le freinage à l'arrière fait donc déraper le petit véhicule aussitôt après sa mise en marche, tandis que le freinage à l'avant lui permet, au contraire, de suivre sans déviation la direction donnée au départ (ce qui est dû surtout à ce

que les roues d'arrière sont restées libres). On peut faire la même expérience avec un tabouret très bas, à quatre pieds, dont on aura garni deux de ces pieds de roulettes orientées normalement, les deux autres joueront le rôle des roues freinées.

L'effet de freinage sur les roues avant est supérieur à celui sur les roues arrière, car la masse d'une voiture lancée se porte sur l'avant au moment du ralentissement, tandis qu'elle décharge les roues arrière qui patinent ainsi plus facilement; mais, d'autre part, si le coup de frein est brutal et bloque les roues il peut y avoir danger de capotage, si la voiture est haute et courte. L'installation d'un frein sur roues avant avec ses tirages, offre certaines difficultés, car, par rapport au châssis d'où part la commande, les roues avant sont animées, non seulement du déplacement vertical dû aux flexions des ressorts, mais aussi du mouvement de pivotement nécessaire à la direction; comme disposition, certains constructeurs font passer le mécanisme de commande par le pivot de direction, d'autres emploient des câbles souples qui répartissent en même temps le freinage sur les deux roues; il faut aussi, pour que la commande n'influence pas la direction, que celle-ci se fasse le plus près possible d'un plan perpendiculaire à l'axe de la roue et passant par le point de contact de cette dernière avec le sol, de façon à ce qu'il n'y ait aucune réaction capable de faire pivoter la roue au moment du freinage; cette réaction est très dangereuse surtout dans le cas où les deux freins des

roues ayant serreraient inégalement. Le freinage des roues avant ne souffrirait donc aucune critique avec des essieux-directeurs dont l'axe du pivot coïncide avec le point de contact de la roue avec le sol comme ceux représentés figures 73, 74 et 75 et dont le frein serait placé dans le plan de la roue. Comme frein sur les roues avant, nous citerons la disposition qu'avaient adoptée les Etablissements Weyher et Richemond pour les voitures qu'ils ont construites: le moyeu de la roue est muni du côté de l'axe de la voiture d'un tambour dans l'intérieur duquel un segment extensible peut venir frotter; dans la position ordinaire, le diamètre extérieur de ce segment est légèrement plus faible que le diamètre intérieur du tambour; il suffit pour provoquer son contact avec la paroi intérieure de celui-ci d'écartier les deux extrémités du segment extensible, ce qui est obtenu par un coin en acier, mobile dans le sens vertical, qui vient s'engager entre ces deux extrémités. Ce coin est solidaire, au moyen d'un pivot, d'une forte vis à pas allongé engagée dans un écrou fixe; un levier, sur lequel agit le chauffeur, permet, par l'intermédiaire d'un câble, d'imprimer à la vis un mouvement de rotation qui produit l'avancement du coin et par conséquent le serrage du segment extensible contre le tambour; un ressort provoque le mouvement inverse, c'est-à-dire le recul du coin, produisant le desserrage du frein.

*Palonniers et réglage des freins.* — Les freins des moyeux sont d'un réglage difficile, car il est

utile, pour éviter de jeter la voiture de côté, que les deux roues soient freinées identiquement, il faut (s'il n'y a pas de dispositif compensateur) que les deux bielles de commande C et D (fig. 175) soient munies de ridoirs E et F, très accessibles, permet-

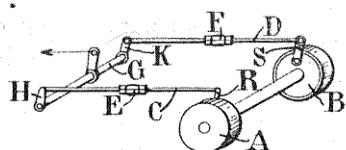


Fig. 175. — Réglage de freins de roues par ridoirs.

tant de régler facilement la longueur des bielles de commande de façon à ce que la commande

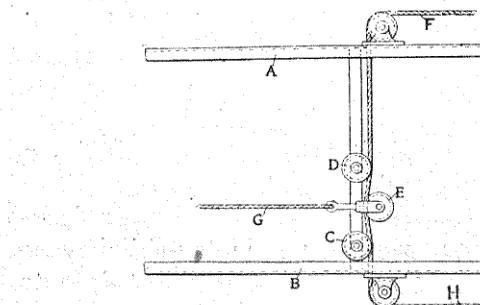


Fig. 176. — Système compensateur par câbles.

unique fasse serrer les deux freins bien également. Pour éviter l'ennui de ce réglage méticuleux et pour remédier à l'inégale usure des sabots, l'on emploie des systèmes compensateurs, dont le principe est montré par la figure 176; si l'on tire sur le

brin G qui se termine par la poulie E, il faut, pour que le système reste en équilibre, que l'effort se répartisse également sur les deux brins F et H ; l'ensemble forme une balance dont F et H représentent les plateaux et la poulie E l'axe de suspension du fléau ; si l'un des freins se serre avant l'autre, le câble F-H coulissoit, mais immédiatement le tirage de G se reporte sur le côté en retard et l'équilibre s'établit. On emploie rarement la disposition de la figure 176 qui demande cinq poulies, desquelles la corde peut s'échapper lors-

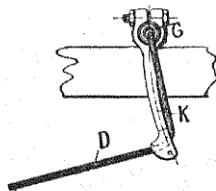


Fig. 177. — Levier de tirage du câble.

qu'elle n'est pas bien guidée; les systèmes compensateurs employés sont soit à câble, soit à balancier ou palonnier.

Si la commande est souple, l'arbre G (fig. 175) est creux et est traversé par le câble unique, qui est attaché par ses deux extrémités aux leviers de frein R et S; la figure 177 montre le genre de levier spécial K qui guide le câble D à sa sortie de l'arbre creux G. La figure 178 représente un dispositif à palonnier compensateur : les bielles A et B, qui commandent les freins, sont reliées à l'extrémité d'un balancier C, appelé palonnier, lequel est

tiré en son milieu par la tige D actionnée par la pédale ou le levier à main; comme dans cette disposition il est très difficile d'empêcher le palonnier C de ferrailler, puisqu'il doit être libre, on

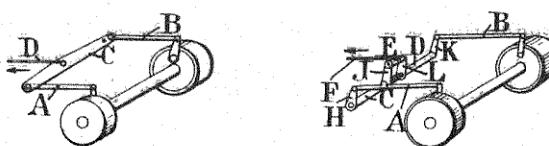


Fig. 178. — Grand palonnier simple.

Fig. 179. — Petit palonnier avec renvoi de mouvement.

emploie souvent le montage représenté figure 179: les bielles de commande A et B sont reliées à des leviers H et K clavetés sur deux tubes C et D

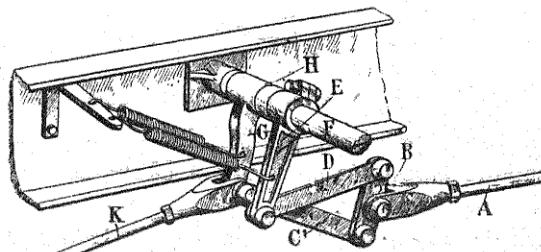


Fig. 180. — Petit palonnier vertical.

absolument indépendants, la rotation de ces tubes est obtenue par des leviers J et L articulés aux extrémités d'un petit palonnier E tiré en son milieu par la tringle de commande F. La figure 180 montre une autre disposition du petit palonnier; la tige A sur laquelle agit le conducteur est attachée

au milieu d'un petit balancier B dont l'une des extrémités tire sur la bielle D reliée au levier E claveté sur l'arbre F commandant le frein du côté droit; l'autre extrémité du balancier B tire sur la bielle C reliée au levier G dont le moyeu H est fou sur l'arbre F; ce levier G, par la tringle K, commande le frein de gauche.

Le réglage des freins et les soins qu'ils demandent ne sont pas choses compliquées; s'ils serrent mal, il faut voir s'il n'y a pas de corps gras sur la paroi de frottement du tambour; en ce cas, les nettoyer à l'essence; si les freins ne serrent toujours pas après cette opération, il faudra voir le réglage et raccourcir les bielles de commande; le serrage complet doit être obtenu lorsque la pédale est encore à une certaine distance du plancher et pour le levier à main lorsqu'il est aux deux tiers environ de sa course totale. Dans les voitures où la commande de frein débraie le moteur, il faut que le mouvement soit réglé de façon que le débrayage se fasse avant que le contact des segments de frein n'ait lieu: le freinage ne doit commencer que lorsque le moteur est complètement débrayé. Il faut aussi veiller à ce que les ressorts de rappel des freins soient toujours assez tendus pour remplir leur fonction, sans cela les segments (sabots ou lames) mal maintenus viendraient porter sur le tambour et s'useraient anormalement, tout en gênant quelquefois la marche du véhicule. Avant chaque sortie, un bon chauffeur doit s'assurer du parfait fonctionnement de ses freins.

## CHAPITRE VIII

### Carrosserie

Pour bien conduire, il faut être bien assis, il faut aussi que tous les organes de commande (volant,

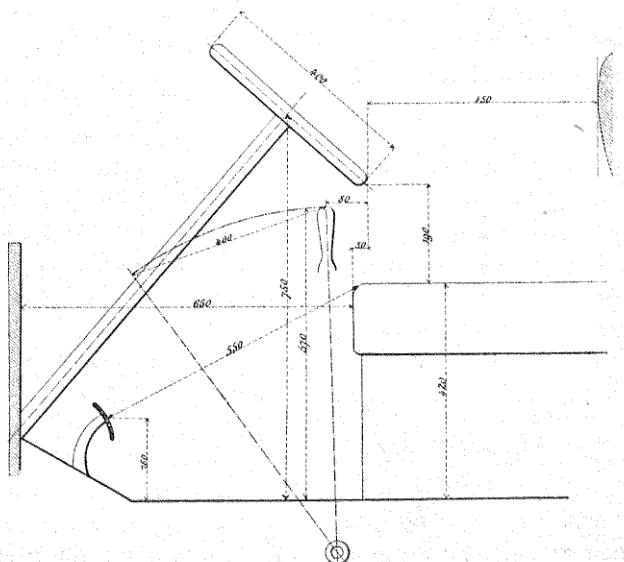


Fig. 181. — Indication des cotes nécessaires pour être bien assis et conduire sans fatigue.

leviers, pédales) soient disposés de telle façon que leur manœuvre se fasse aisément en déployant le moins de force possible. La figure 181 donne les cotes (en millimètres) nécessaires pour qu'un

homme de taille et de corpulence moyennes, puisse s'asseoir et conduire sans fatigue; l'inclinaison de la direction est d'environ  $50^\circ$ , la course du levier de manœuvre du changement de vitesses est de  $35^\circ$

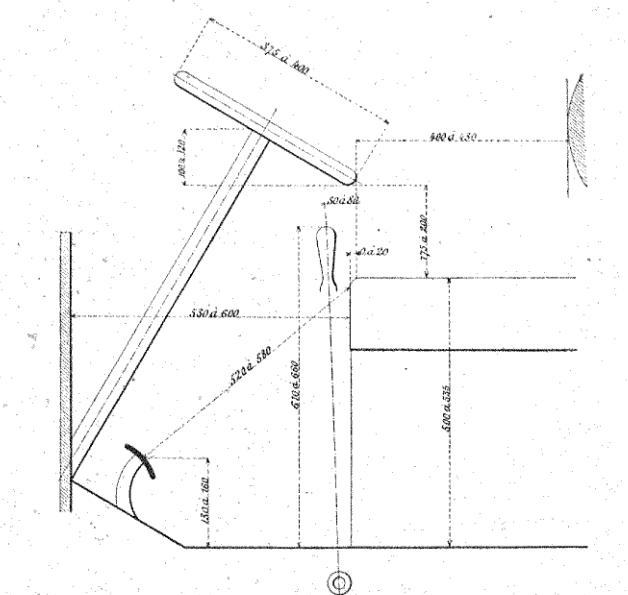


Fig. 182. — Indication des cotes nécessaires pour pouvoir conduire.

environ ; pour que ce dernier puisse être saisi facilement, il faut que le plan d'oscillation de sa poignée soit à environ 300 % à droite de l'axe de la direction. Naturellement ces cotes n'ont rien d'immuable : ainsi la hauteur du patin de la pédale au-dessus du plancher peut varier de 150 à

180 mm; la distance du bord du volant au fond du siège peut être comprise entre 440 et 550 mm; la distance de ce même bord jusqu'au devant du coussin peut varier de 25 à 40 mm, et sa hauteur au-dessus du siège de 180 à 200 mm; la pédale est encore bien accessible lorsque sa distance jusqu'au bord du siège est comprise entre 520 et 600 mm; il en est de même des autres cotes qui peuvent varier de un ou deux centimètres. Dans les véhicules industriels : fiacres, camions, etc., et dans les voitures bon marché, où l'on économise la place, on peut gagner dix à vingt centimètres sur la distance du panneau avant au fond du siège du conducteur, en faisant ce siège plus haut et en le disposant, ainsi que les organes de commande, suivant les cotes (en millimètres) données par la figure 182; en restant dans les chiffres indiqués, la conduite peut se faire sans fatigue pour le chauffeur. L'inclinaison de la direction représentée sur la figure est d'environ 60°.

Les carrosseries peuvent être classées en deux grandes catégories : voitures découvertes et voitures fermées; les premières comprennent le spider, le tonneau, le double phaéton, etc... et les secondes, le coupé, la limousine, l'omnibus, etc.; ou bien on peut les diviser en : voitures à conduire soi-même; voitures que l'on peut conduire soi-même; et voitures à faire conduire.

Il est utile pour tous ceux qui s'occupent d'automobile de savoir le nom des différents types de carrosseries; on pourra, pour cela, consulter les

croquis suivants, qui, presque tous, proviennent du dernier rapport sur les « châssis et carrosseries » de M. G. Kellner.

#### Voitures à conduire soi-même.

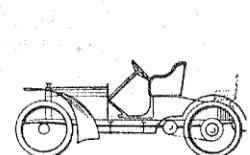


Fig. 183. — Spider avec pointe à l'arrière et petit siège mobile, pouvant se loger dans cette pointe.

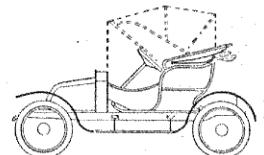


Fig. 184. — Spider avec capote et petite porte de côté, remplaçant le "Runabout" américain.

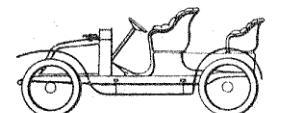


Fig. 185. — Spider très confortable, avec siège fixe à l'arrière.

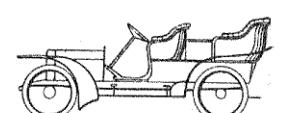


Fig. 186. — Tonneau (type complètement disparu).

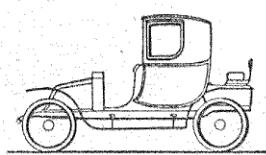


Fig. 187. — Cab-phaéton à conduite intérieure avec petit siège mobile à l'arrière.

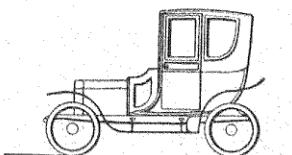


Fig. 188. — Coupé à conduite intérieure.

**Voitures à conduire soi-même (Suite).**

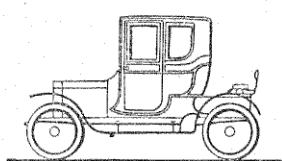


Fig. 189. — Coupé à conduite intérieure, avec 3 places intérieures, strapontin mobile placé vis-à-vis de la place située à côté du conducteur; à l'arrière un petit siège mobile.

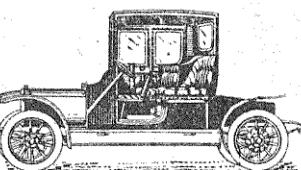


Fig. 189<sup>bis</sup>. — Coupé à conduite intérieure, avec siège du conducteur avancé et strapontin mobile face à la route.

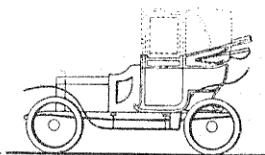


Fig. 190.  
Landaulet  
à conduite intérieure.

**Voitures que l'on peut conduire soi-même.**



Fig. 191. — Double-coupé à conduite intérieure, avec double entrée latérale.

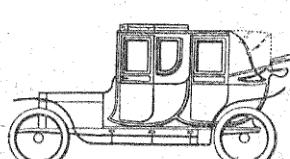


Fig. 192. — Coupé-landaulet à conduite intérieure.

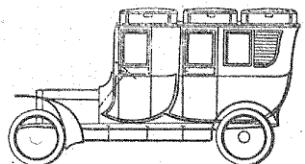
**Voitures que l'on peut conduire soi-même (Suite).**

Fig. 193. — Coupé-limousine à conduite intérieure.

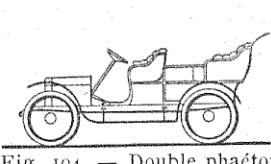


Fig. 194. — Double phaéton avec entrée du siège arrière par baquet pivotant (ou à bascule).

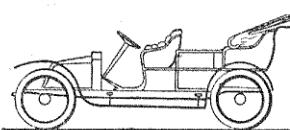


Fig. 195. — Double phaéton avec entrées normales, avec capote simple pour l'arrière.

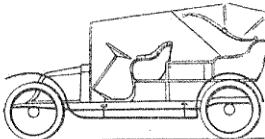


Fig. 196. — Double phaéton à capote avec tendelet.

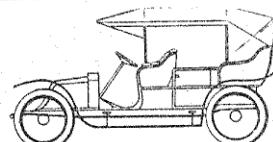


Fig. 197. — Double phaéton avec capote à double extension (capote américaine).

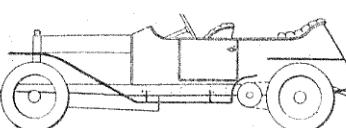


Fig. 198. — Torpedò avec entrée par baquet pivotant.

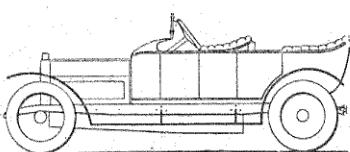


Fig. 199. — Torpedo avec portière normale.

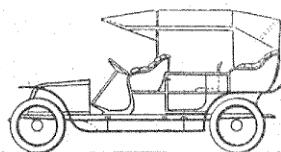


Fig. 200. — Double phaéton allongé avec deux strapons-tintins face à la route.

**Voitures que l'on peut conduire soi-même (*Suite*).**

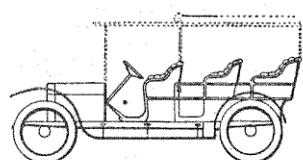


Fig. 201.  
Triple phaeton.

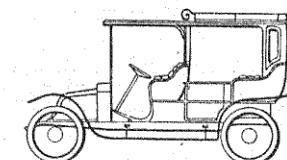


Fig. 202.  
Demi-limousine.

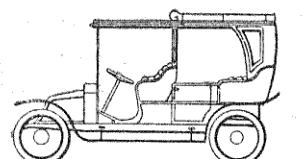


Fig. 203.  
Demi-limousine-cab.

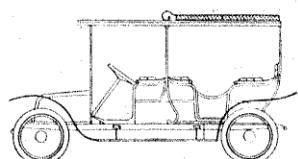


Fig. 204.  
Vis-à-vis.

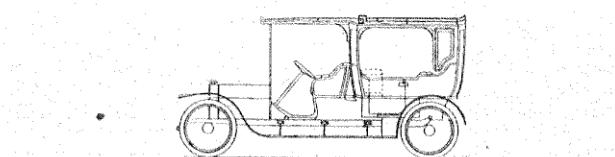


Fig. 205.  
Demi-limousine vis-à-vis.

## Voitures à faire conduire.

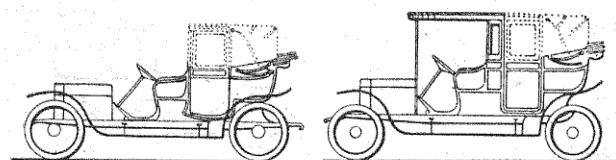


Fig. 206.  
Landaulet à deux places.

Fig. 207.  
Landaulet trois-quarts.

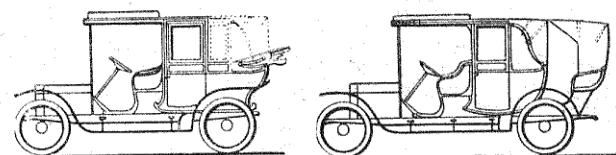


Fig. 208.  
Landaulet-limousine.

Fig. 209. — Landaulet de route  
(deux places intérieures et  
deux places derrière).

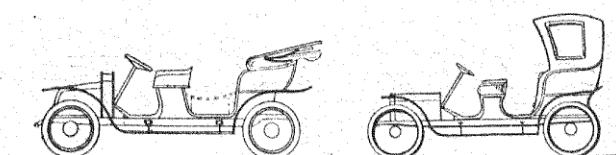


Fig. 210.  
Petite victoria.

Fig. 211. — Cab (type bâtarde entre la victoria et le coupé).

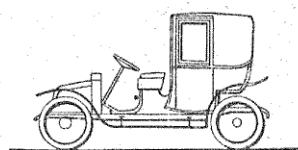
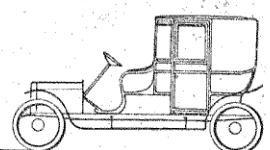
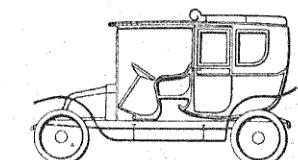
**Voitures à faire conduire (Suite).**Fig. 212.  
Petit coupé.Fig. 213.  
Coupé trois-quarts.

Fig. 214. — Dorsay (deux strapon-tins sont fixés contre le dossier du siège du mécanicien).

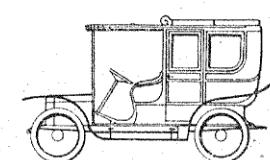


Fig. 215. — Petite limousine carrée (avec deux strapon-tins comme le dor-say).

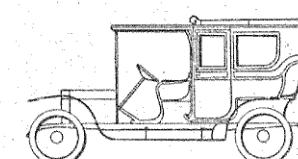


Fig. 216. — Grande limousine ronde, en forme de corbeille à l'arrière.

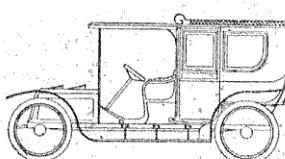


Fig. 217. — Limousine à pans coupés.

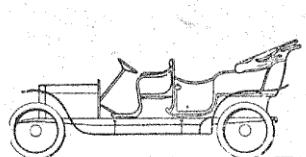
**Voitures à faire conduire (Suite).**

Fig. 218. — Limousine à ballon démontable (carrosserie permettant d'avoir une voiture fermée pour l'hiver et une voiture découverte pour l'été).

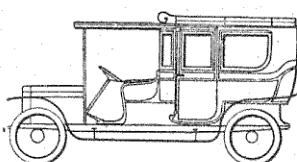


Fig. 219.  
Grandelimousine trois-quarts.

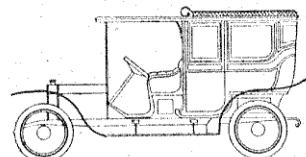


Fig. 220.  
Limousine-berline.

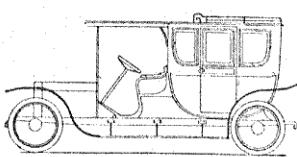


Fig. 221.  
Berline.

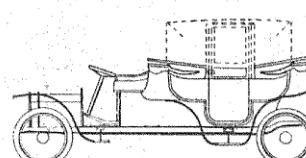


Fig. 222. — Landau.

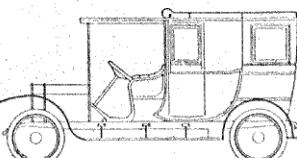


Fig. 223. — Coupé-omnibus.

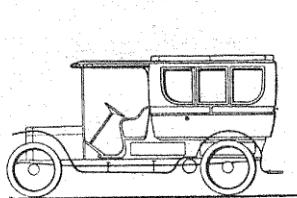
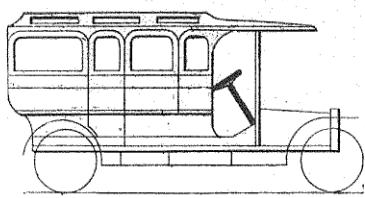
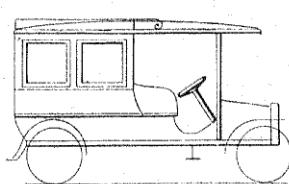
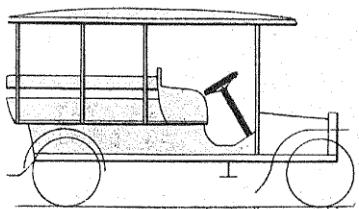
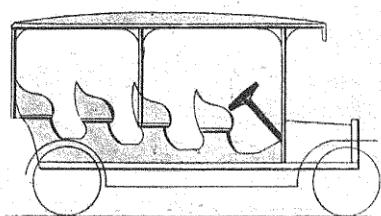
**Omnibus.**Fig. 224.  
Omnibus de famille.Fig. 225. — Omnibus de luxe  
(à entrées latérales).Fig. 226.  
Petit omnibus d'hôtel.Fig. 227.  
Break de chasse.

Fig. 228. — Petit char à bancs.

Les carrosseries confortables sont ordinairement d'un poids élevé, ainsi un double phaéton pèse de 200 à 250 kilog.; une limousine de 400 à 450 kilog.; un petit landaulet à deux places environ 300 kilog.: aussi cherche-t-on, pour diminuer l'usure des pneus et pour aller plus vite, de faire des caisses légères tout en restant dans les meilleures conditions de confort nécessaire pour voyager sans fatigue; les grandes carrosseries, surtout celles aux formes car-

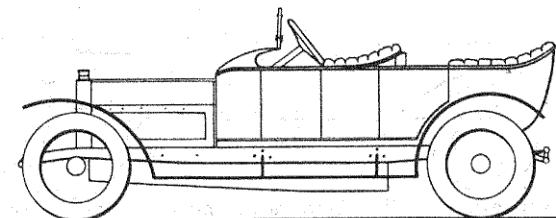


Fig. 229. — Torpedo Masui.

rées, offrent une certaine résistance à l'air, et cette résistance croît comme le carré de la vitesse du véhicule; il y a donc intérêt, en plus de la légèreté, à donner à la caisse des formes fuyantes et d'éviter les remous d'air. Le capitaine belge Masui, a fait breveter sous le nom de caisse « Torpedo » un double phaéton que représente la figure 229 et dont la construction diffère absolument des anciennes caisses. La carcasse, en aluminium, a été spécialement étudiée pour obtenir le maximum de résistance avec le minimum de matière; pour descendre le centre de gravité de la voiture en charge, et lui donner plus de stabilité, les sièges sont très

bas ; le poids d'une caisse ainsi comprise, et à égalité de confort et d'accessoires, est environ la moitié de celle d'un type ordinaire. La hauteur des dossier est amenée à son strict minimum ; des portières de même hauteur que les accoudoirs viennent fermer aussi bien les entrées du siège avant que celles d'arrière ; par cette disposition les jambes des voyageurs sont bien abritées. Déjà, en Allemagne, à la Coupe du Prince Henri en 1908 (épreuve pour

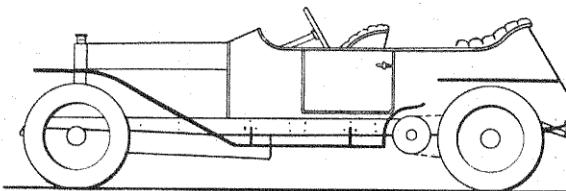


Fig. 230. — Voiture Mercédès munie d'une carrosserie genre Torpedo.

voitures de tourisme où le classement s'établit d'après les vitesses) on a vu une voiture Mercédès, représentée figure 230, qui avait ces formes fuyantes ; l'entrée unique, aussi bien pour les places arrière que pour celles d'avant se faisait par le déplacement, par pivotement, du baquet avant situé à côté du conducteur ; les ailes, également, étaient disposées pour offrir le moins de résistance possible à l'air. La figure 231 représente une caisse construite d'après les mêmes idées, munie de quatre portières.

Il y a quelques années, le Touring-Club de France a exposé, au Grand Palais, à l'occasion du

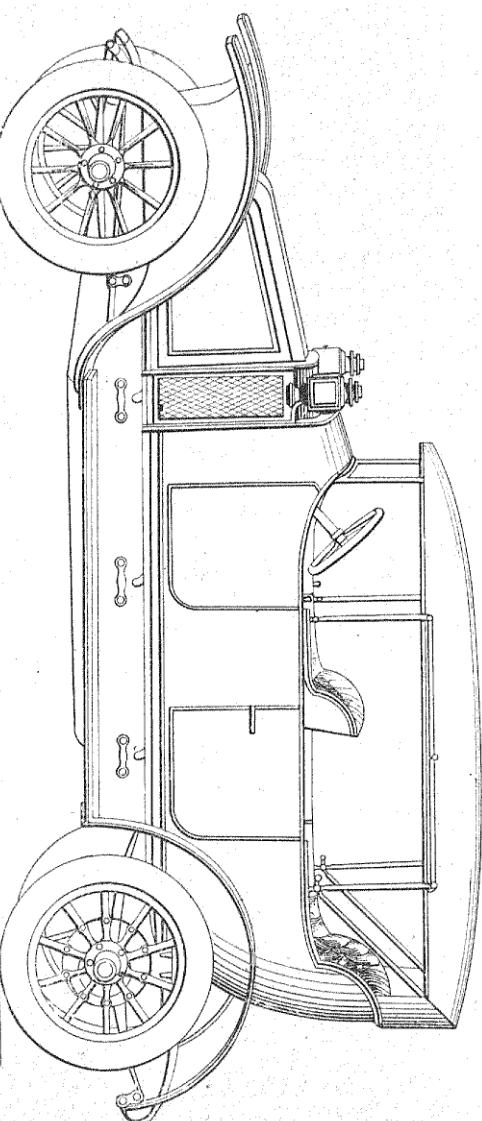


Fig. 231. — Châssis Renault portant une carrosserie  
« genre Torpedo » à quatre portières.

Salon de l'Automobile, une voiture-type de tourisme, très intéressante, dont la coupe est représentée fig. 232 : c'est un châssis de 24-30 chevaux, à chaîne ou à cardan, capable de réaliser une moyenne de 45 à 50 kilomètres à l'heure avec une charge d'environ 750 kilog. (300 kilog. de carrosserie et accessoires, 300 kilog. de voyageurs et 150 kilog. de bagages); la caisse est un double phaé-

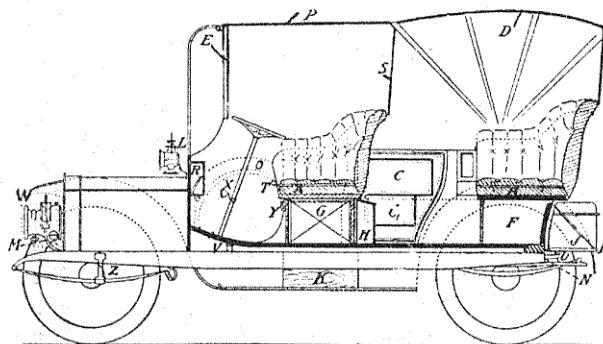


Fig. 232. — Voiture-type de tourisme du T. C. F.

ton garni de cuir, muni d'une capote simple D, réunie à un pare-brise E par une tendelet P; des rideaux de capote S peuvent fermer, sur le devant et sur les côtés, la partie arrière. Sur le marchepied droit un porte-pneus O pour deux enveloppes de rechange renfermées dans une housse-sacoche. Nous signalerons les accessoires suivants dont l'utilité est incontestable: des sacoches C, C<sub>1</sub>, sur les portes; un petit coffre en H; un porte-bagages articulé I et une malle étanche J; des petits coffres à outils K

sur les marchepieds, en plus du grand coffre F sous le siège arrière; le réservoir à essence G occupe tout le dessous du siège avant; deux phares M (avec housses W), en plus des deux lanternes L et du falot arrière N; un petit coffre en R pour le chauffeur, avec séparations, pour mettre les lunettes, cartes, savon, etc.; une petite lampe baladeuse électrique, en X, avec 2 à 3 mètres de fil, pour l'éclairage des graisseurs et visiter le mécanisme; des amortisseurs de chocs, Z, aux ressorts avant et arrière.

Les figures 233 et 234 montrent des caisses proprement dites, c'est-à-dire nues, sans garniture ni ferrure; la première représente celle d'un double-phaéton et la deuxième celle d'une limousine à coins ronds.

Le bois utilisé pour la fabrication des caisses doit être parfaitement sec et sans défaut; pour bien le sécher, il faut qu'il soit resté environ cinq ans exposé à l'air sous un hangar. Les bois principalement employés sont: le frêne qui sert pour les brancards et le bâti; le hêtre pour les traverses empêchant le bâti de se gauchir; l'orme pour les fonds de caisse qui doivent résister à l'humidité; le noyer, le palissandre et l'acajou pour les grands panneaux; le tulipier et le grisard (sorte de peuplier) servent pour les petits panneaux, coffres, etc. Dans beaucoup de caisses, les panneaux sont en tôle d'acier ou d'aluminium, permettant une fabrication bien meilleur marché, mais se détériorant plus vite.

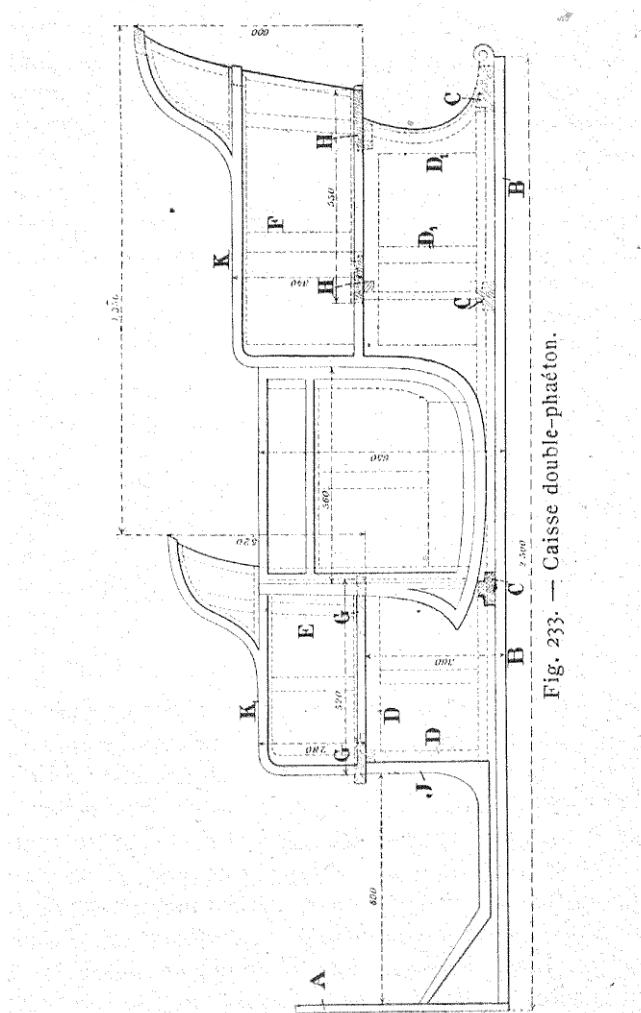


Fig. 233. — Caisse double-phatéon.

La planche A (fig. 233) qui sépare le moteur de la carrosserie s'appelle *tablier*, ou vulgairement garde-boue ou garde-crotte (dénomination venant des voitures à chevaux); pour éviter qu'elle ne se gondole, on la fait en trois ou cinq épaisseurs de bois collées (peuplier ou tulipier au centre et acajou sur les faces extérieures). Sa distance horizontale jusqu'au plan vertical tangent à l'avant des pneus des roues arrière se nomme *entrée de caisse* ou de carrosserie; cette distance, autrefois appelée cote tangentielle, a une grande importance pour la construction des caisses pour voitures à entrées latérales, car d'elle dépend la largeur de porte que le carrossier pourra mettre à l'arrière, et même pour ne faire qu'une porte étroite, cette entrée de carrosserie devra être supérieure à 1 mètre 50. Les deux pièces de bois (généralement en frêne) qui s'appuient sur les longerons du châssis et par lesquelles on fixe ordinairement la carrosserie s'appellent les *brancards*, ils sont reliés par des traverses C, C, formant ainsi un cadre que l'on dénomme « brancard de caisse ». Sur les brancards sont montés les bâtis de coffre D, D<sub>1</sub>, revêtus des panneaux de coffres, ils forment l'ossature inférieure de la caisse, sur laquelle se montent les rondes E et F, qui portent les parcloses G et H sur lesquelles reposent les coussins; la face J s'appelle *devant de parclosé* et on dénomme banquettes le siège complet, composé du coussin et du dossier. Les rebords K où l'on peut appuyer l'avant-bras se nomment *accoudoirs*; mais dans

une voiture fermée, ce nom est donné à la ligne LM (fig. 234) qui sépare le panneau inférieur N, appelé *panneau de brisement*, du panneau supérieur appelé *panneau de custode*. Il arrive souvent que la rotonde, de devant principalement, est remplacée par deux sièges distincts, ressemblant à des fauteuils, qui prennent le nom de *baquets*. Dans les double-phaétons on met parfois, aux entrées des places avant, un tablier en cuir fixé par des boutons à pression ou des tourniquets, ces tabliers se nomment « entrées de caisse », quelquefois elles remplacent aussi les portières arrière. Dans une caisse pour voiture fermée, on appelle « pied cormier » le montant de bois P (fig. 234) qui forme l'angle entre le panneau arrière et le panneau latéral appelé *panneau de custode* (lequel est plein dans un coupé et porte une glace dans une limousine). Le panneau arrière porte, généralement, une ouverture fermée par une glace fixe que l'on appelle « lunette » et tout le panneau arrière se nomme *panneau de lunette*; plus bas en R se trouve le *panneau de dossier*, et entre les deux se trouve la frise Q; la ligne L, M, S se nomme *ligne de ceinture*, en dessous d'elle se trouve le *panneau de brisement*, le brisement est le cadre formant l'ossature de ce panneau; les deux côtés fixes de la porte s'appellent montants de porte, la face extérieure et inférieure de celle-ci porte le nom de panneau de porte, et les côtés du logement dans lequel on peut faire disparaître la glace et formant glisières s'appellent coulants ou descentes de glace.

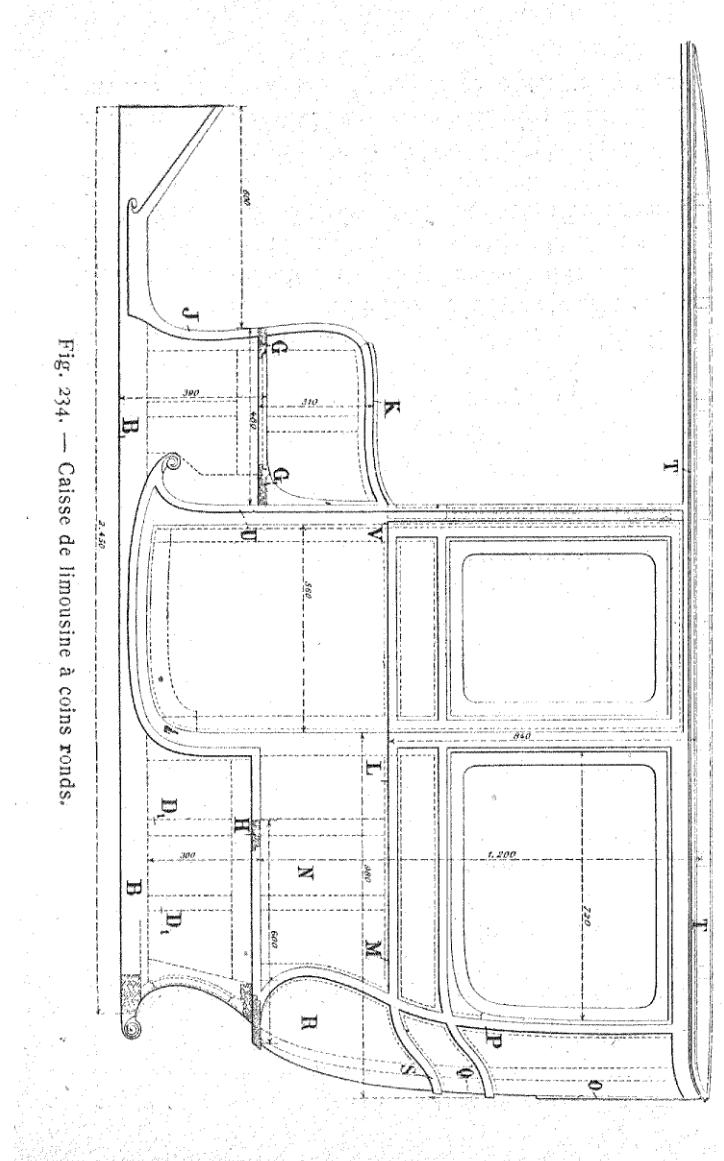


Fig. 234. — Caisse de limousine à coins ronds.

Presque toujours, pour donner un aspect plus léger à l'œil, la largeur d'une caisse est plus grande en haut qu'en bas, on donne alors le nom de « devers de caisse » à l'angle que forme la saillie ou bien à la largeur de cette saillie (demi-différence des largeurs supérieure et inférieure de la caisse). Le « pavillon » est toute la partie supérieure, T, de la voiture, c'est-à-dire le toit et son cadre. Lorsque la voiture porte deux places intérieures, adossées contre le côté réunissant les deux pieds de caisse U et faisant face au siège du fond, on recule la porte vers l'arrière; le coupé, le landaulet ou la limousine devient *trois-quarts* et la partie comprise entre le siège du conducteur et les portes s'appellent *baie* ou *avance*, elle peut être carrée, circulaire ou à coins arrondis. Dans certaines voitures, toute la partie au-dessus de la ligne V, L, M, S peut se démonter, on donne alors le nom de « ballon » à toute cette partie mobile; l'on a ainsi, avec une seule carrosserie, une voiture découverte pour l'été et une voiture fermée pour l'hiver.

On donne le nom de *fonds* d'une voiture aux banquettes avec dossier confortables, c'est-à-dire aux sièges de maître, ainsi un spider avec siège fixe à l'arrière, un coupé, une victoria, sont des voitures à un fond; un landaulet, un double-phaéton confortable, un coupé trois-quarts sont des voitures à deux fonds.

La construction d'une caisse soignée demande environ trois semaines en menuiserie; elle passe ensuite au ferrage, où elle reste environ une se-

maine, et où l'on renforce tous les assemblages par des plaquettes et des équerres en fer fixés par des vis et la plupart du temps encastrés dans le bois; pendant que l'on pose les ferrures on donne les couches d'apprêt ou d'impression et de mastilage, chaque couche est parfaitement unie à la pierre ponce humectée d'eau puis l'on donne les couches de fond, de teinte et de premier vernis; on finit ensuite le garnissage et tout le travail intérieur; puis on effectue le vernissage définitif qui comprend d'abord trois ou quatre couches de

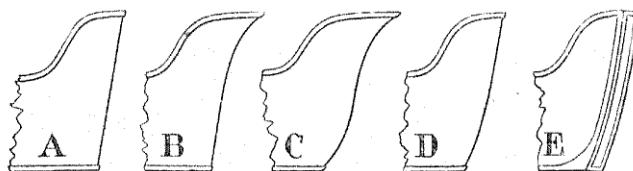


Fig. 235. — Diverses formes de rotondes de double-phaétons.

vernis à polir que l'on ponce chaque fois légèrement avec de la pierre ponce en poudre, suivi du rechampissage (filets, lettres, raccords, etc.) et ensuite on applique le dernier vernis spécial à l'abri de toute poussière, dans a chambre à vernir, maintenue à température constante. Pour un travail soigné, il faut compter 15 à 16 couches successives.

Les rotondes des double-phaétons peuvent avoir des formes différentes, la figure 235 en montre quelques-unes des plus courantes, et dont les dénominations sont les suivantes : A, forme droite; B, forme tulipe; C, forme roi des Belges; D forme renflée; E, forme Saint-Christophe.

La figure 236 représente l'intérieur d'un coussin à ressorts; la partie élastique se compose de deux cadres A et C, en acier laminé trempé ou en fil d'acier rond; dans l'un ou l'autre cas le métal est cuivré ou galvanisé pour éviter la rouille qui manquerait la garniture; le cadre du bas est fixé sur une ossature en bois ou, quelquefois, seulement re-

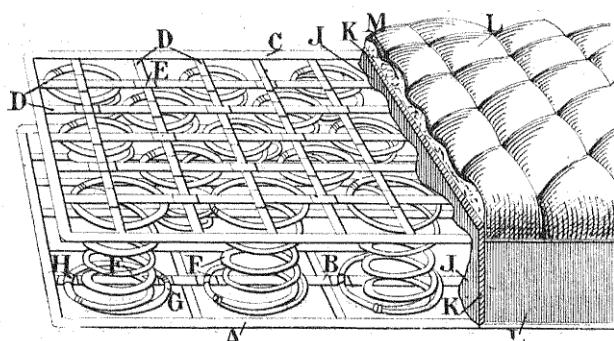


Fig. 236. — Coussin avec ressorts ordinaires.

couvert de toile forte. Les cadres portent une série de traverses D placées d'équerre appelées *lamettes*, également en acier dur et qui sont attachées ensemble par des agrafes E (rarement avec du fil de fer). Entre les cadres sont placés les ressorts F en acier, cuivré ou galvanisé, ils sont attachés aux lamettes par des agrafes ou des petits étriers en acier fixés par des rivets; les ressorts sont biconiques comme ceux des sommiers de lit ordinaire, ils sont quelquefois de deux grandeurs différentes. Il faut que l'assemblage des lamettes et la fixation des ressorts

soient très solidement faits, de façon à ce que ces derniers restent toujours solidaires les uns des autres et travaillent en même temps; ce n'est qu'à cette condition que le coussin conserve indéfiniment sa forme primitive et que la garniture reste toujours bien tenue, sans jamais présenter de cavité anormale; ce qui laisse aux ressorts leur élasticité uniforme. Le châssis, ainsi composé est recouvert de forte toile d'emballage J, sur laquelle

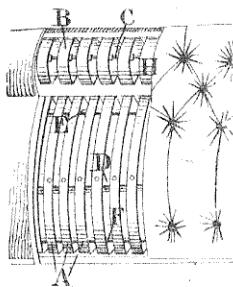


Fig. 237. -- Coussin avec ressorts à lame.

est posée une feuille de feutre ou une couche mince et uniforme d'étoupe K (déchet de filasse de chanvre) maintenue par une deuxième toile d'emballage, sur laquelle se pose le crin M (animal ou végétal) qui soutient le drap, cuir ou imitation de cuir, L, sur lequel on s'assied. Le cuir s'emploie généralement pour les sièges non abrités et le drap pour ceux de l'intérieur de la voiture; le coussin peut être capitonné comme celui représenté fig. 236, ou bien être tendu avec ou sans bourrelet sur

l'avant pour empêcher le corps de la personne assise, de glisser. Dans le dispositif Lallement, (fig. 237) les ressorts à boudin sont remplacés par des lames A, en acier émaillé, assemblées en leur milieu par un feuillard D, en acier, rivé sur chacune d'elles, et à leurs extrémités par une tige ronde E et F ; en B on voit les lames réunies par les triangles C et H, pour former un bourrelet. Pour faire une garniture tendue, on applique directement sur les ressorts une toile forte, puis une feuille de feutre, les deux clouées sur les bords du châssis ; quelquefois on y intercale un peu de crin ; puis l'on recouvre d'une toile de coton et ou cuir ou drap final ; dans le cas d'une garniture capitonnée, on prépare le capitonnage ou matelas à part et on l'applique sur les ressorts.

A la carrosserie appartiennent aussi les ailes ; elles doivent être montées avec une *garantie* suffisante ; c'est-à-dire qu'il faut qu'elles laissent un espace suffisant autour du pneu pour que jamais celui-ci puisse venir toucher. Les ailes avant ne doivent pas être plates sur le dessus, comme on le voit en A (fig. 238) car l'eau ou la boue B projetée par la roue n'a pas le temps de retomber, la voiture avançant plus vite qu'elle, celle-ci vient en C salir les voyageurs assis sur le siège avant ainsi que la carrosserie ; il faut que l'extrémité D (fig. 239) soit environ à la même hauteur que le sommet du pneu ; pour la même cause, on garnit quelquefois le bord de l'aile d'une cornière d'aluminium. La roue avant projette aussi beaucoup de

boue sous la voiture, principalement sur la face avant du changement de vitesse; le mieux est de mettre un grand tablier sous la voiture, car le procédé qui consiste à fixer en E un cuir appelé « bavoir », prolongeant l'aile et pendant à quelques centimètres du sol, fait trop soulever la poussière.

Le double-phaéton, qui est la carrosserie la plus

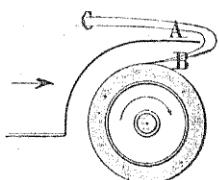


Fig. 238. — Aile avant mal disposée.

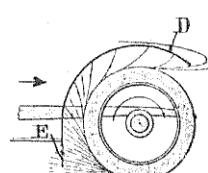


Fig. 239. — Aile avant bien disposée.

pratique pour le tourisme, exige une capote, préférable au dais, qui tend, d'ailleurs, à disparaître, car elle est légère et d'un maniement facile; le poids d'une capote à double extension avec ses ferrures est d'environ 35 kilog. en cuir et de 20 kilog. en toile imperméable, elle porte dans ce dernier cas le nom de capote américaine; la figure 240 en représente l'ossature : de chaque côté des sièges en C et en D se trouve un axe sur lequel vient s'asseoir l'éventail (ferrure articulée à plusieurs branches) sur lequel sont fixés les cerceaux B ou A; l'écartement de ceux-ci est obtenu par des courroies (ou par des articulations appelées *compas* lorsque la capote est simple). Lorsque la

capote est repliée, l'éventail D se place en C<sub>1</sub> et les cerceaux A se couchent sur les cerceaux B, l'ensemble repose dans une ferrure E garnie de cuir appelée *goujon de capote*; les courroies F, que l'on attache aux ferrures d'ailes avant pour tenir les cerceaux dépliés, servent quelquefois aussi à les attacher au goujon de repos. Lorsque la capote est

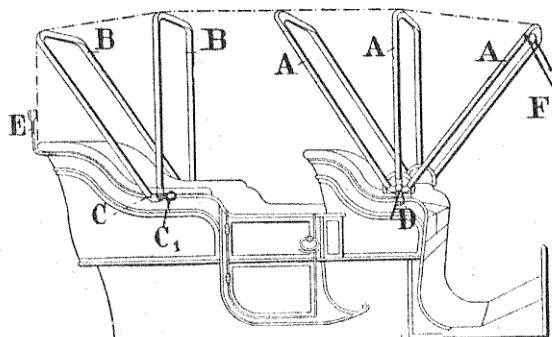


Fig. 240. — Carcasse de capote double.

en cuir, il est indispensable de la relever quand on arrive à l'étape, et même en cours de route lorsqu'on s'arrête longtemps; inutile de dire qu'au garage la capote devra être toujours tendue; cela empêche le cuir de se couper et diminue la marque des plis. Quand on baisse une capote, il faut bien replier le cuir vers l'intérieur de la caisse, en le disposant régulièrement; on évite ainsi son usure contre les compas ou entre les cerceaux.

Pour terminer ce chapitre, nous dirons quelques mots sur le lavage. Une voiture doit être lavée tous

les jours, à l'ombre, sur un terrain où l'eau s'écoule facilement et jamais avec de l'eau chaude. Avant de commencer le lavage, il faut relever la capote, qu'elle soit en cuir ou en toile, enlever les coussins, les tapis et fermer les portes, les glaces relevées, de façon à ce que l'eau ne puisse pénétrer à l'intérieur. Pour mouiller et détrempé la boue, il faut éviter d'employer la lance avec de l'eau sous pression, tout au moins pour la caisse, car le jet détériore la peinture dans les joints, et l'eau finit par pénétrer entre les moulures et les panneaux qui, alors, se gonflent ou se pourrissent ; il faut prendre une grosse éponge, naturellement exempte de corps dur (gravier, sable, etc.), bien imbibée d'eau, et tamponner la boue, en commençant par le bas, jusqu'à ce qu'elle tombe d'elle-même ; ne jamais frotter car l'on produirait des rayures et on enlèverait le brillant des vernis ; ne pas employer de brosse (passe-partout ou autre) pour la caisse, on peut l'utiliser avec le jet d'eau sous pression pour nettoyer le train et le dessous des ailes. Ne jamais verser de l'essence dans l'eau de lavage car les vernis se terniraient vite ; pour les roues et les ressorts mettre un peu de pétrole dans l'eau, l'enlèvement des graisses et cambouis se trouvera facilité. Lorsque la voiture n'a pas de boue, seulement de la poussière de route, il ne faut pas employer le plumeau ou chercher à l'enlever à sec, ce qui produirait des rayures, il faut prendre une éponge mouillée et faire entraîner la poussière par l'eau sans jamais frotter l'éponge sur le panneau. Lorsque toute la

boue sera tombée d'elle-même par suite du mouillage, on essuiera avec une grosse éponge douce et humide, en commençant par le haut, elle servira aussi à enlever les dernières traces de boue ; on essuiera ensuite, surtout les moulures et les recoins où l'eau pourrait séjourner, avec une peau de chamois que l'on passera à l'eau propre très souvent, et que l'on sèchera chaque fois par torsion.

## Table des matières

---

### CHAPITRES

I. — Le châssis . . . . .	1
II. — Ressorts et suspension. . . . .	25
III. — Essieu avant . . . . .	62
IV. — Mouvements de direction. . . . .	90
V. — Organes de commande de la direction. .	126
VI. — Essieu arrière. . . . .	183
VII. — Freins . . . . .	219
VIII. — Carrosserie. . . . .	256

---



## Table alphabétique

Acier pour ressort.	28
Ailes	280
Amortisseur de direction à deux ressorts	114, 139
Amortisseur de direction à un ressort	113
Antichoc(ressorts).	59
Assemblage d'un ressort.	48
Balancier de suspension.	52
Bois employés en carrosserie.	271
Boîte à rotule.	113, 139
Brides de ressort	31
Capote	273
Caractéristiques des ressorts.	31
Carrosserie	256
Carrosserie (désignation des parties d'une)	273
Carrosserie (schémas de).	259
Cartouche Bowden	172
Catégories de châssis (suivant leur forme)	4
Catégories de châssis (suivant leur suspension)	42
Châssis	1
Châssis à trois paires de roues	54
Châssis Austin.	9
Châssis avec panneaux de sièges estampés.	9
Châssis blindé.	7
Châssis cuirassé	8
Châssis en bois armé.	1
Châssis en tôle emboutie.	3
Châssis en tubes.	1
Châssis-type pour forte voiture de route,	20

---

Châssis-type pour grosse voiture. (Chambre syndicale). . . . .	12
Châssis-type pour moyenne voiture de route . . . . .	22
Châssis-type pour petite voiture. (Chambres syndicale) . . . . .	14
Châssis-type pour voiture de ville . . . . .	19
Châssis-type pour voiture légère. . . . .	23
Chemin parcouru par une voiture freinée. . . . .	222
Classification des carrosseries . . . . .	258
Classification des châssis (suivant M. G. Kellner). . . . .	16
Classification des directions . . . . .	127
Classification des essieux avant. . . . .	67
Classification des freins . . . . .	228
Classification des suspensions. . . . .	42
Colonne de direction à basculement. . . . .	176
Commande de la direction par chaîne . . . . .	127
Commande directe de la direction. . . . .	126
Conditions d'une bonne suspension. . . . .	25, 47
Cotes nécessaires pour conduire confortablement. . . . .	257
Cote tangenticelle. . . . .	13, 18, 265
Coussins . . . . .	278
Dandinement des roues avant . . . . .	115, 118
Débattement . . . . .	34, 46
Déplacement de l'essieu avant. . . . .	118
Désignation des diverses parties d'une carrosserie. . . . .	278
Désignation des ressorts. . . . .	27
Devers . . . . .	67
Devers de caisse . . . . .	276
Différentiel . . . . .	184
Différentiel à engrenages coniques. . . . .	186
Différentiel à engrenages droits . . . . .	187
Différentiel supprimé . . . . .	213

---

Direction à crémaillère . . . . .	128
Direction à démultiplication par engrenages . . . . .	133
Direction à double vis et à vis à double filet . . . . .	155, 157
Direction à engrenages hélicoïdaux . . . . .	137
Direction à rattrapage automatique de jeu . . . . .	149
Direction à rattrapage de jeu . . . . .	141
Direction Aristos . . . . .	158
Direction à verrou hydraulique . . . . .	162
Direction à vis mobile . . . . .	151, 153
Direction à vis sans fin . . . . .	136
Direction Bayard-Clément . . . . .	141
Direction bien établie (conditions d'une) . . . . .	111, 124
Direction Bourlet à glissières . . . . .	104
Direction de Dion-Bouton . . . . .	141, 169
Direction Gobin et Duval . . . . .	158
Direction Janssens . . . . .	123
Direction Lavenir (pentagone concave) . . . . .	107
Direction (pannes de) . . . . .	181
Direction par cannes, spirales, etc . . . . .	157
Direction par vis et écrou à action directe . . . . .	141
Direction par vis, écrou et lien intermédiaire . . . . .	147, 154
Direction Perfect . . . . .	122
Direction progressive à crémaillère . . . . .	129
Direction progressive à secteur . . . . .	135
Direction progressive Briscoe . . . . .	133
Direction Rose et Catt . . . . .	122
Direction Sizaire et Naudin . . . . .	160
Directions (classification des) . . . . .	127
Direction (soins à donner) . . . . .	178
Direction verrouillable . . . . .	161
Double direction Gambee . . . . .	109

---

Double direction Mors. . . . .	110
Empattements de châssis-type. . . . .	13, 18
Engrenages Humphris. . . . .	211
Enlèvement d'une lame de ressort. . . . .	48
Entrée de caisse ou de carrosserie. . . . .	273
Essieu directeur de Dion-Bouton. . . . .	73
Essieu directeur en bronze. . . . .	72
Essieu moteur de Dion-Bouton, à cardans transversaux . . . . .	199
Essieu moteur sans pont. . . . .	209
Essieux avant . . . . .	62
Essieux arrière . . . . .	183
Essieux directeurs à chapes fixes. . . . .	72
Essieux directeurs à chapes mobiles . . . . .	81
Essieux directeurs à chevilles renversées. . . . .	68
Essieux directeurs à corps creux . . . . .	71, 73, 74
Essieux directeurs à double bain d'huile . . . . .	68
Essieux directeurs à pivots inclinés. . . . .	79
Essieux directeurs avec pivot dans l'axe de la roue	85
Essieux directeurs Lemoine . . . . .	83, 87
Essieux moteurs à patins fixes . . . . .	189
Essieux moteurs à patins oscillants. . . . .	190
Essieux moteurs avec corps porteur . . . . .	203
Essieux moteurs avec devers, sans cardan. . . . .	205
Essieux moteurs avec vis sans fin. . . . .	208
Essieux moteurs sans carrossage. . . . .	188
Essieux moteurs sans différentiel. . . . .	212
Etoquiau de ressort. . . . .	29
Fabrication des essieux avant . . . . .	62
Fabrication des ressorts . . . . .	28
Flèche des ressorts. . . . .	45

---

Flexibilité d'un ressort . . . . .	29
Flexibilité d'un ressort à crosse . . . . .	42
Flexions des ressorts (tableau des) . . . . .	30
Freinage à l'avant . . . . .	248
Freinage par le moteur . . . . .	224
Freins . . . . .	219
Freins à commande élastique . . . . .	246
Freins à disques multiples . . . . .	247
Freins à enroulement . . . . .	229
Freins à lame . . . . .	230
Freins extérieurs à mâchoires . . . . .	235
Freins intérieurs . . . . .	238
Freins intérieurs à patins . . . . .	241
Freins intérieurs à segments extensibles . . . . .	241
Freins (réglage des) . . . . .	255
Fusées d'essieux . . . . .	63
Garantie . . . . .	46, 272
Graissage des articulations d'une suspension . . . . .	48
Inclinaison des ressorts . . . . .	47
Jumelles à l'avant des ressorts avant . . . . .	123
Jumelles de ressorts . . . . .	33, 36
Lame de ressort (enlèvement d'une) . . . . .	48
Largeur des châssis . . . . .	21
Lavage des voitures . . . . .	282
Mains de ressort . . . . .	32
Mains de ressort élastiques . . . . .	58
Manettes de volant de direction . . . . .	163
Menottes . . . . .	32
Montage à trois ressorts . . . . .	36, 45
Montage des ressorts . . . . .	42
Mouvements de direction . . . . .	90

---

Moyeux . . . . .	63
Moyeux à billes . . . . .	64, 70
Moyeux à portée lisse . . . . .	84
Moyeux arrière . . . . .	196
Moyeux à rouleaux . . . . .	76
Moyeux déportés . . . . .	77
Moyeux Hoffmann . . . . .	65
Organes de commande de la direction . . . . .	126
Pannes de direction . . . . .	181
Palonniers . . . . .	251
Pentagone concave de direction . . . . .	107
Place réservée au moteur . . . . .	21
Pivot de direction Dufaux . . . . .	88
Pont arrière . . . . .	183
Position de la roue avant . . . . .	21
Position des jumelles de ressorts . . . . .	36
Quadrilatère de direction . . . . .	93
Quadrilatère de direction (disposition Jeantaud) . . . . .	95
Quadrilatère de direction (disposition Panhard-Levassor) . . . . .	95
Quadrilatère double . . . . .	107
Quadrilatère de direction (épure C. Bourlet) . . . . .	102
Quadrilatère de direction (épure Marot-Gardon) . . . . .	99
Rapport de la course du volant à celle des roues . . . . .	138
Réglage des freins . . . . .	255
Renvoi du mouvement des manettes du volant par câble . . . . .	174
Renvoi du mouvement des manettes du volant par came . . . . .	165
Renvoi du mouvement des manettes du volant par engrenages . . . . .	166

Renvoi du mouvement des manettes du volant par vis et écrou. . . . .	168
Ressort (assemblage d'un). . . . .	48
Ressorts. . . . .	25
Ressorts antichoc. . . . .	59
Ressorts avant avec jumelles à l'avant. . . . .	123
Ressorts (désignation des). . . . .	27
Ressorts doux. . . . .	47
Ressorts et suspension. . . . .	25
Ressorts inclinés. . . . .	47
Ressort transversal arrière. . . . .	36, 45
Ressort transversal avant. . . . .	53, 54
Rotondes. . . . .	269
Roues avant convergentes et divergentes. . . . .	116
Rouleau de ressort. . . . .	26
Schémas de carrosserie. . . . .	259
Soins à donner à la direction. . . . .	178
Supports de ressorts. . . . .	35
Suspension . . . . .	25
Suspension à trois ressorts . . . . .	36, 45, 46
Suspension avec balancier compensateur. . . . .	52
Suspension avec grand ressort intermédiaire. . . .	51
Suspension de sûreté Poulain. . . . .	57
Suspension (graissage des articulations de la). . .	48
Suspension Lindecker. . . . .	54, 57
Suspension Maybach. . . . .	58
Suspension pneumatique. . . . .	60
Suspensions diverses. . . . .	60
Suspension Stabilia . . . . .	50
Tableau de proportions des châssis. . . . .	18
Tableau des flexions des ressorts. . . . .	30

---

Talonnement . . . . .	46
Torpedo . . . . .	259
Transmissions particulières . . . . .	207
Trois-quarts (carrosserie) . . . . .	268
Unification des châssis. . . . .	13
Voies des châssis-types . . . . .	13, 18, 23
Voiture-type de tourisme . . . . .	262
Volant chauffe-mains. . . . .	178
Volant élastique. . . . .	174
Volant et colonne de direction à bascule . . . . .	176

---