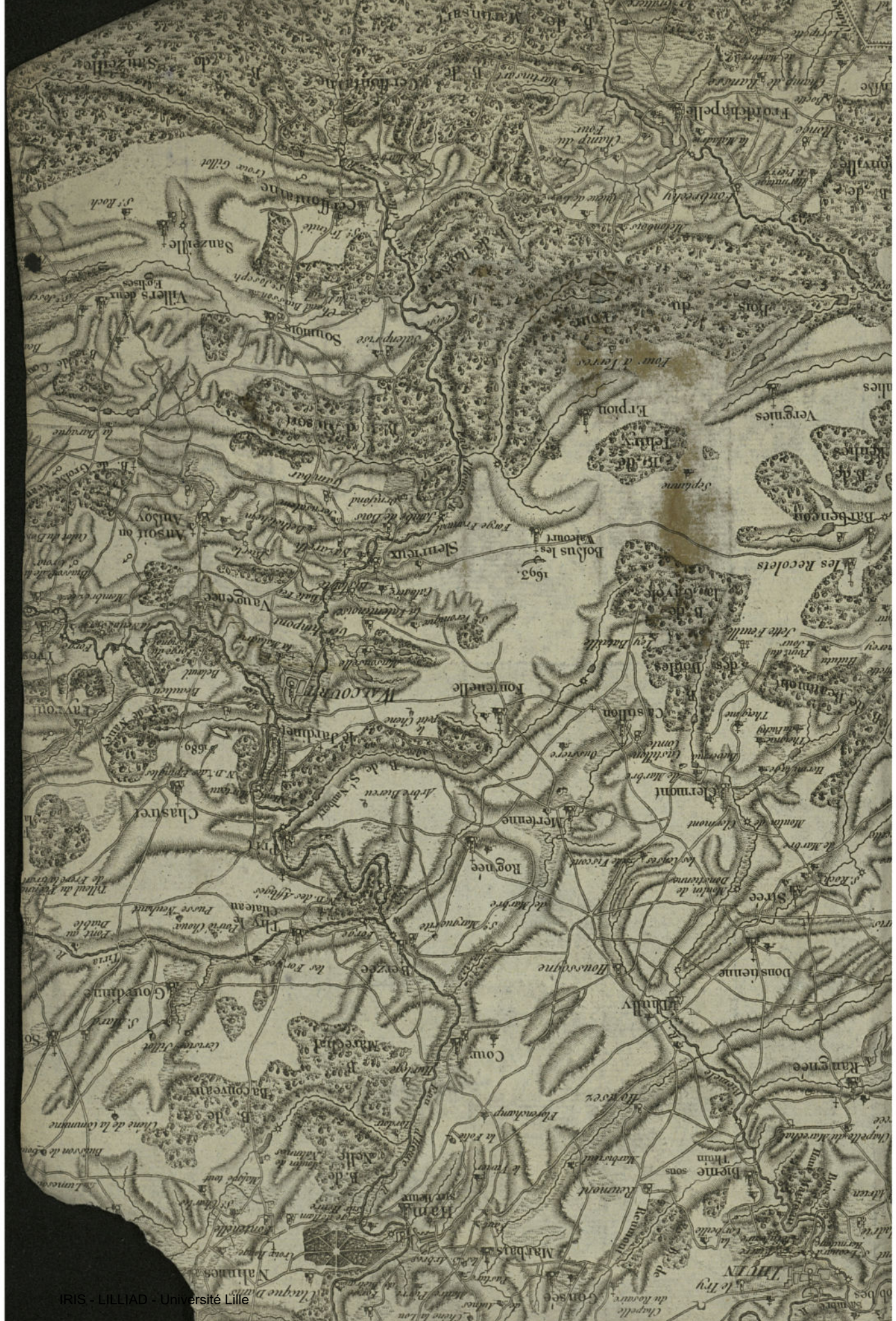
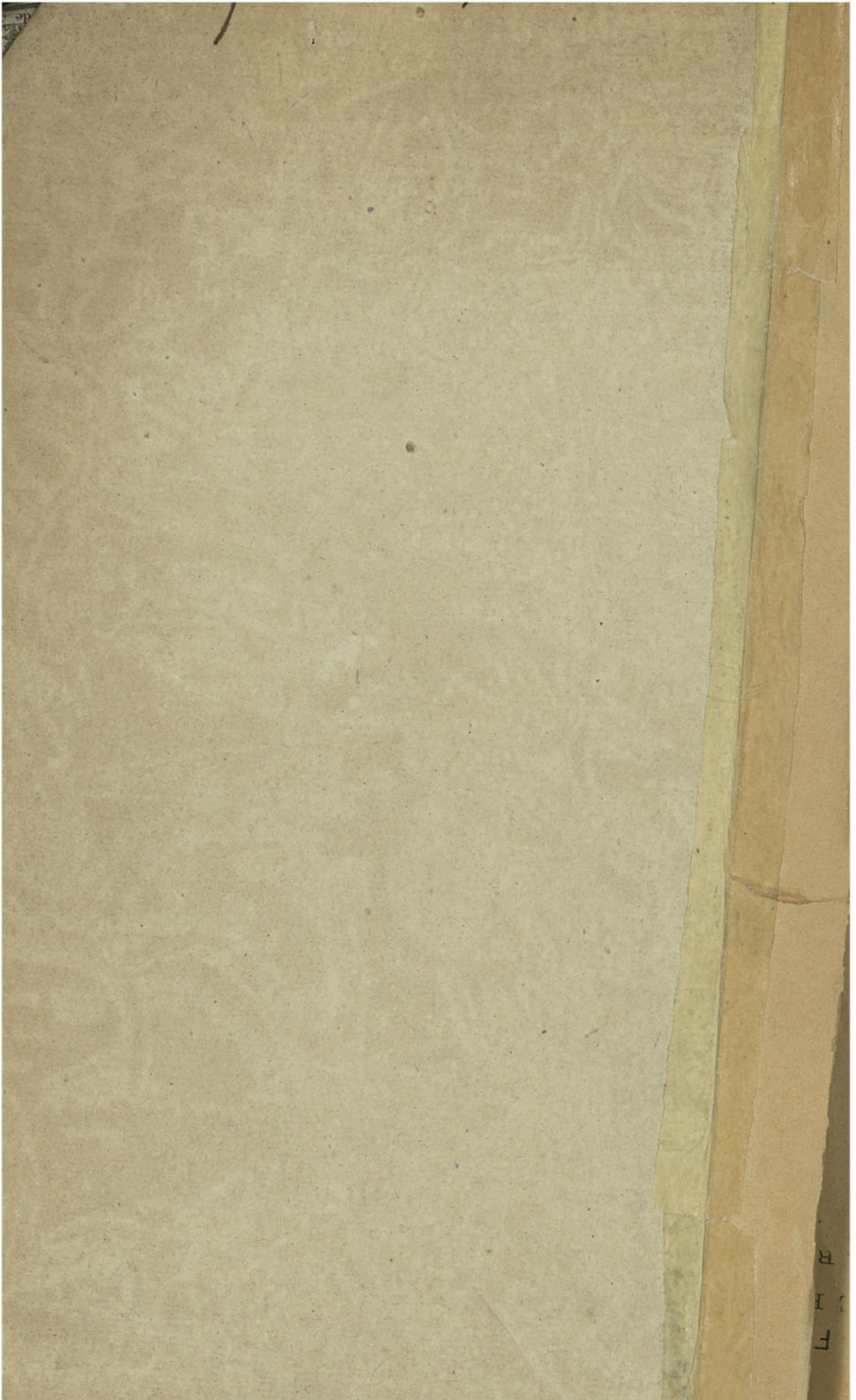


Automobilisme
appliqué.

Juin 1917.







394747/-182167

1

B.Mic 46

CHAPITRE I.-



NOMENCLATURE SOMMAIRE DU VÉHICULE AUTOMOBILE
À MOTEURS ET À TRANSMISSIONS MÉCANIQUES.-

DESCRIPTION DU CHÂSSIS.-

§. 1 - NOMENCLATURE SOMMAIRE.-

Dans tout véhicule automobile utilisant, pour sa propulsion, l'énergie développée dans un moteur par la déflagration d'un mélange gazeux explosif, on peut distinguer 5 parties principales :

Le châssis proprement dit, qui forme le squelette de la voiture et en supporte les différents organes;

le moteur, qui constitue la source du mouvement du véhicule et le produit en utilisant la détente consécutive à l'inflammation d'un mélange gazeux explosif. Comme accessoires principaux du moteur et n'en faisant pas partie d'une façon intégrante, il y a lieu de citer le carburateur destiné à produire le mélange gazeux en dosant judicieusement ses éléments constitutifs et le système d'allumage qui en provoque la déflagration.

Les organes de transmission de l'énergie mécanique produite par le moteur, savoir : l'embrayage qui permet au conducteur de mettre, à volonté, l'ensemble de la voiture sous la dépendance ou non du moteur suivant les circonstances ou les manoeuvres à effectuer; le changement de vitesse dont le rôle sera expliqué ultérieurement; les cardans ou les chaînes; le renvoi conique et l'essieu moteur.

Les organes d'utilisation de l'énergie ainsi transmise, comportant principalement les roues et leurs accessoi-

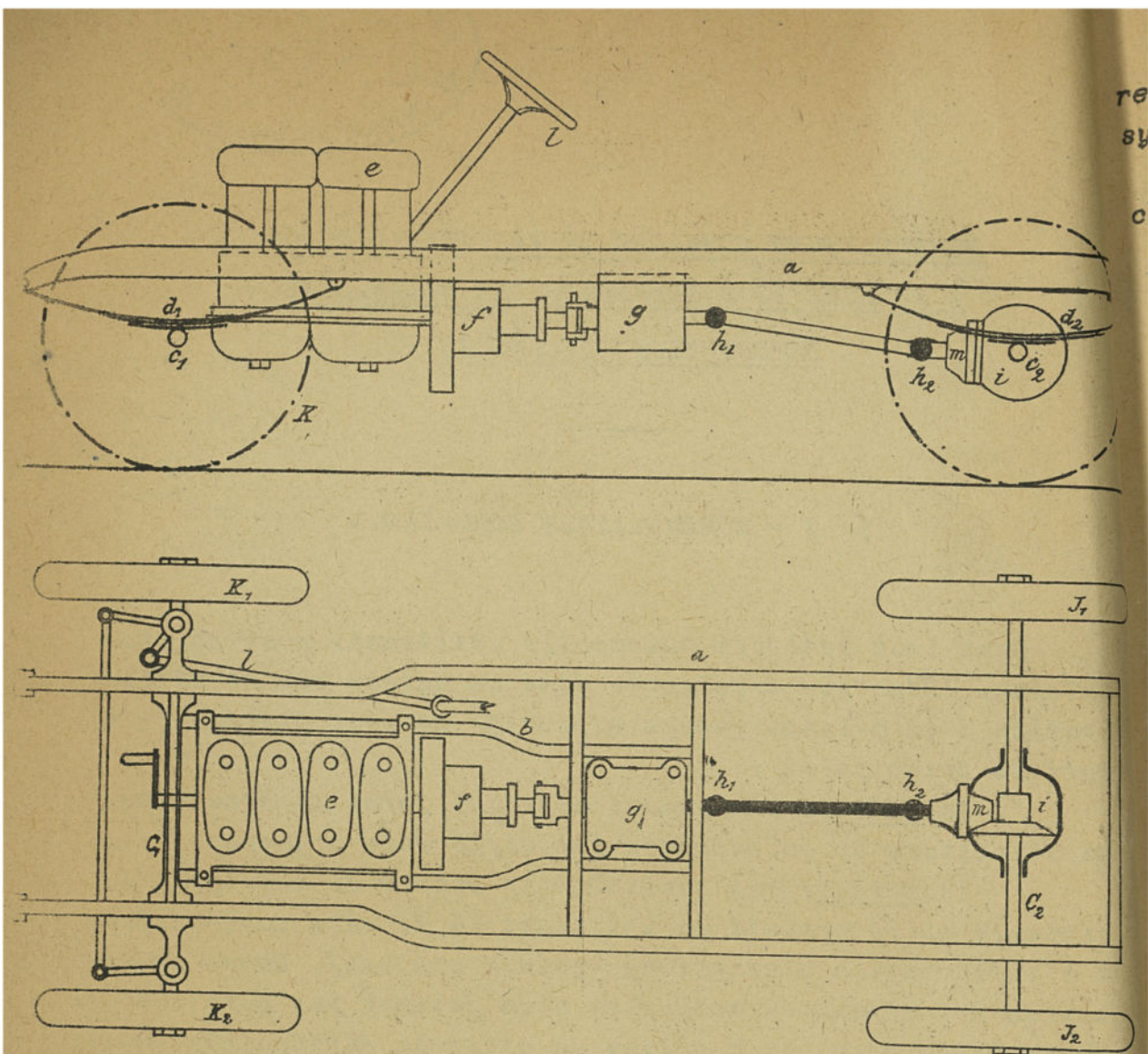


Fig. 1. Châssis de voiture automobile
(avec moteur et organes de transmission)

- | | | | |
|------------|----------------------------|------------|------------------------------|
| a | Cadre | f | Embrayage |
| b | Faux châssis | g | Boîte de vitesse |
| c_1, c_2 | Essieu avant
et arrière | h_1, h_2 | Cardans |
| d_1, d_2 | Ressorts de suspension | i | Pont arrière et différentiel |
| e | Moteur | J_1, J_2 | Roues motrices |
| m | Renard conique | K_1, K_2 | Roues directrices |
| | | l | Système de direction |

res, le différentiel indispensable dans les virages, le système de direction.

La carrosserie dont l'étude n'entre pas dans le cadre du présent cours.

§. 2 - CHÂSSIS.-

Le cadre constitue l'ossature du véhicule; il est formé de 2 longerons parallèles entrétoisés par les traverses antérieure, postérieure et intermédiaires. Ces longerons sont, en général, légèrement contrecoudés vers l'avant pour restreindre leur écartement et diminuer ainsi le tournant du véhicule; ils sont souvent surélevés vers l'arrière pour augmenter l'espace réservé aux organes de transmission; des équerres ou des goussets s'opposent, dans les angles du rectangle, à toute déformation du cadre dans son plan (fig. 1).

Le cadre devant présenter une très grande solidité, sous un poids relativement faible, se construit généralement en fers profilés ou en tôle d'acier emboutie, ce qui permet de l'alléger encore en lui donnant dans le sens de la longueur la forme du solide d'égale résistance (fig. 1bis).

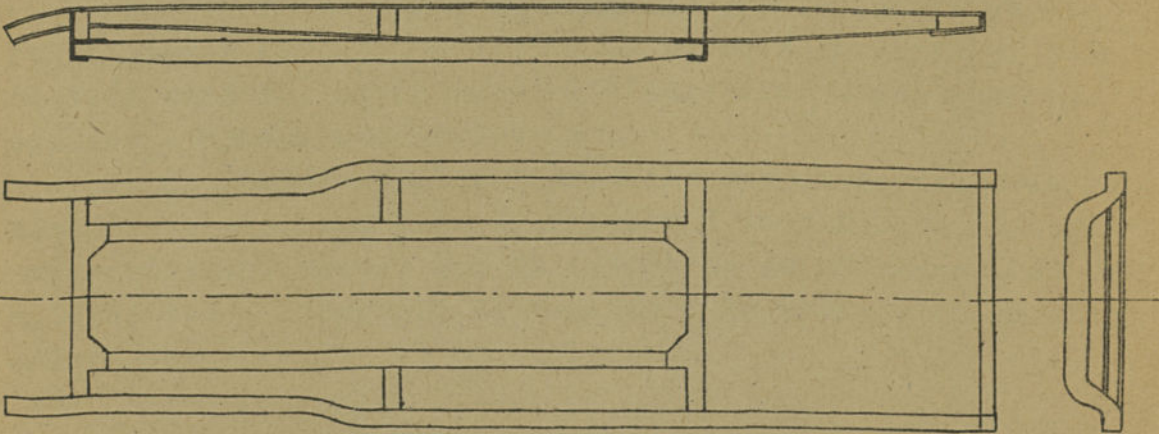


Fig. 1^{bis} Châssis et Faux châssis.

Faux-châssis. -

Le faux-châssis est un petit cadre, souvent réduit à ses 2 grands côtés (longeronnets) boulonnés directement sur les traverses du grand cadre. Il est destiné à servir de support immédiat à certains organes essentiels du véhicule (moteur, boîte de vitesse, etc...).

Le faux-châssis se construit ordinairement en fers profilés, cornières, ou tôle d'acier emboutie, d'un seul bloc avec le cadre ou non; souvent aussi il forme un tout indépendant ne prenant point d'appui sur le châssis qu'en 3 points, ce qui évite tout gauchissement du plan d'appui des organes essentiels supportés par lui.

CHAPITRE II.

MOTEUR. -

GÉNÉRALITÉS SUR LE FONCTIONNEMENT DES MOTEURS À EXPLOSION.

CYCLE À 4 TEMPS : CYCLE THÉORIQUE, CYCLE PRATIQUE. -

RÉGLAGE DE LA DISTRIBUTION - DESCRIPTION DU MOTEUR -

MOTEURS SANS SOUPAPES - FORMULES DE PUISSANCE.

§. 1 - GÉNÉRALITÉS SUR LE FONCTIONNEMENT DES
MOTEURS À EXPLOSION EMPLOYÉS SUR LES VÉHICULES AUTOMOBILES. -

Les moteurs à explosion employés dans l'industrie automobile sont tous de la catégorie des moteurs à explosion avec compression, fonctionnant à 4 temps.

On appelle "temps" une course rectiligne entière du piston dans un sens.

Dans un tel moteur, on comprime préalablement un mélange gazeux (mélange d'air et de vapeurs carburées), puis on fait exploser cette masse à l'intérieur d'une chambre appelée : "chambre d'explosion".

Après l'explosion, les produits gazeux portés brusquement à une pression très supérieure à la pression atmosphérique chassent devant eux le piston en se détendant, et produisent ainsi l'énergie nécessaire à la propulsion du véhicule.

§. 2 - CYCLE À 4 TEMPS. -

Cycle théorique.

A chacun des temps, ou des demi-révolutions de l'arbre manivelle, correspond un état particulier du mélange gazeux qu'il importe de définir. Pour simplifier, nous considérons le cas d'un moteur à un seul cylindre.

Supposons que par un moyen quelconque nous ayons pu introduire dans la chambre d'explosion constituée par la partie supérieure du cylindre, une quantité convenable du mélange explosif convenablement dosé et comprimé à environ 5 atmosphères, condition indispensable pour obtenir un rendement convenable du moteur (1).

Enflammons ce mélange par un procédé quelconque; la pression à l'intérieur de la chambre d'explosion se trouve brusquement portée à environ 20 atmosphères et le piston, par suite, chassé vers le bas, produisant ainsi l'effort moteur, but de l'opération effectuée, pendant la détente de la masse gazeuse jusqu'à environ 3 atm. 5.

Pour pouvoir renouveler cet effort, il faut expulser les produits gazeux détendus et les remplacer par une nouvelle quantité de gaz frais et neufs susceptible de reproduire le mouvement obtenu précédemment.

Ces différentes opérations sont effectuées au cours de 3 autres mouvements rectilignes de montée ou de descente du piston ou "Temps"; l'effort nécessaire à la réalisation de ces mouvements est fourni par un volant calé sur l'arbre du moteur et susceptible d'emmagasiner à cet

(1) La compression donne une tension préalable au mélange gazeux : elle l'échauffe, le rend plus homogène et le rendement s'en trouve considérablement augmenté.

Ce rendement croît dans le même sens que la compression qui existe à la fin du 2^e temps. A titre d'exemple, il est de 0,14 - 0,22 - 0,27 - 0,30 pour des compressions de 2, 3, 4 et 5 atmosphères.

Toutefois, on ne saurait augmenter outre mesure la compression sans risquer d'arriver à l'allumage automatique du mélange par un phénomène analogue à celui du briquet à air.

effet une partie de l'énergie produite par la détente des gaz après l'explosion.

Le piston remontant donc expulse par la soupape d'échappement ouverte les gaz brûlés et inutilisables.

Au mouvement descendant suivant, la soupape d'admission s'ouvre et les gaz frais sont aspirés par la canalisation d'admission ainsi dégagée - ; enfin, la course ascendante suivante s'effectuant les 2 soupapes fermées, provoque la compression à 5 atmosphères du mélange gazeux prêt alors à redonner une nouvelle déflagration avec production du temps moteur résultant de la détente des produits de l'explosion.

Par suite de la nature des phénomènes et de leur suite logique, on désigne les différents temps constituant le cycle de la façon suivante et dans l'ordre ci-dessous :

1^{er} temps - Aspiration - Soupape d'admission ouverte.

2^{ème} temps - Compression - Les 2 soupapes fermées.

3^{ème} temps - Explosion et détente - Les 2 soupapes fermées.

4^{ème} temps - Echappement - Soupape d'échappement ouverte.

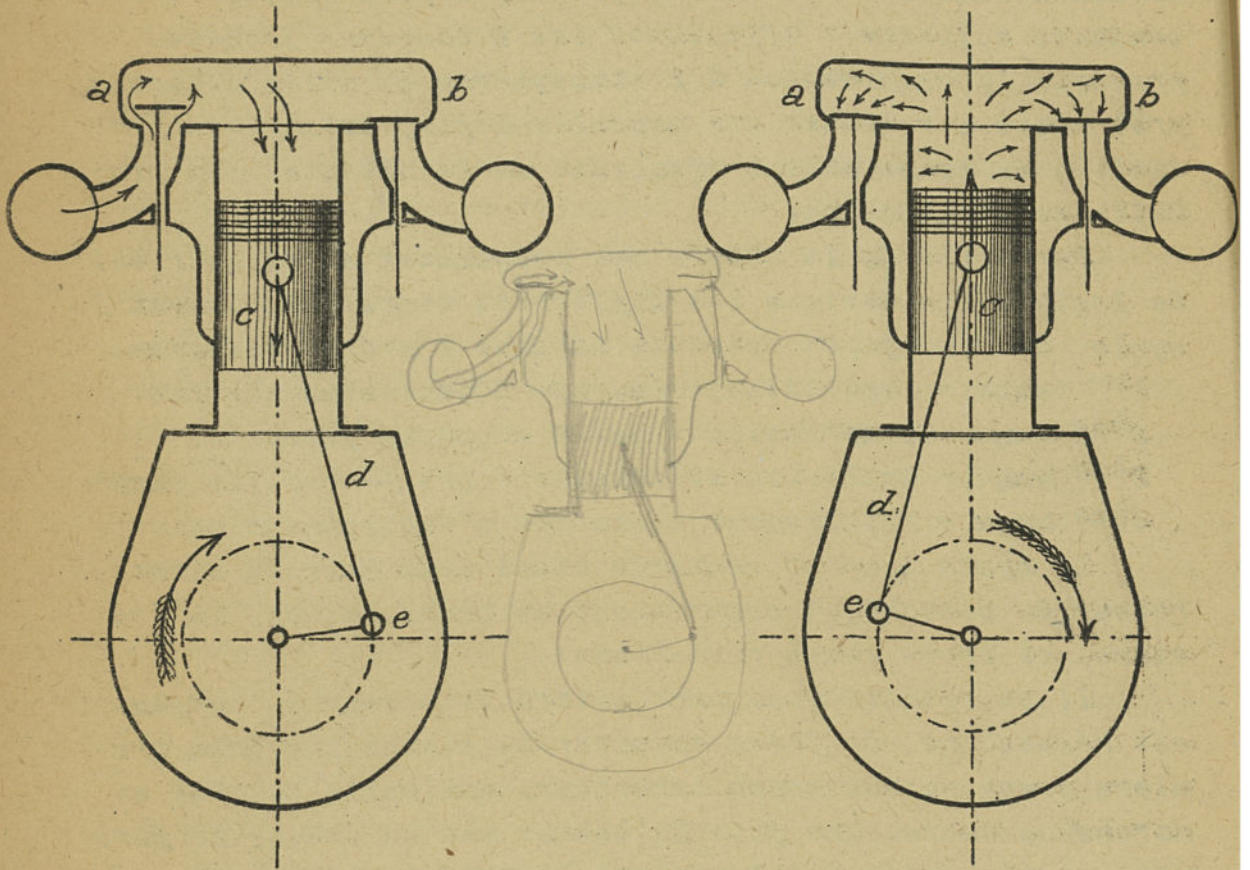
Le cycle complet comporte ainsi deux courses aller et retour du piston qui comprennent un temps moteur, le troisième, et trois temps résistants.

Il en résulte que, pour mettre le moteur en marche, il est nécessaire de faire exécuter au piston les deux premiers temps par un moyen extérieur, manivelle de mise en marche ou autre. Une fois le moteur mis en train, la force vive, emmagasinée par le volant, suffit à faire passer les trois temps résistants.

Représentation graphique du cycle théorique (fig.6).

Traçons 2 axes de coordonnées OV et OP ; portons en abscisses les volumes occupés par la masse gazeuse à un instant quelconque de son évolution, et en ordonnées la pression qu'elle supporte à ce même instant; supposons en plus, pour simplifier la représentation graphique du cycle, que les parois du moteur soient imperméables à la chaleur, et que les collecteurs et soupapes d'admission ou d'échappement soient de dimensions telles que l'équilibre des pressions puisse instantanément s'établir entre le cylindre, le carburateur et l'atmosphère.

Cycle d'évolution du mélange explosif

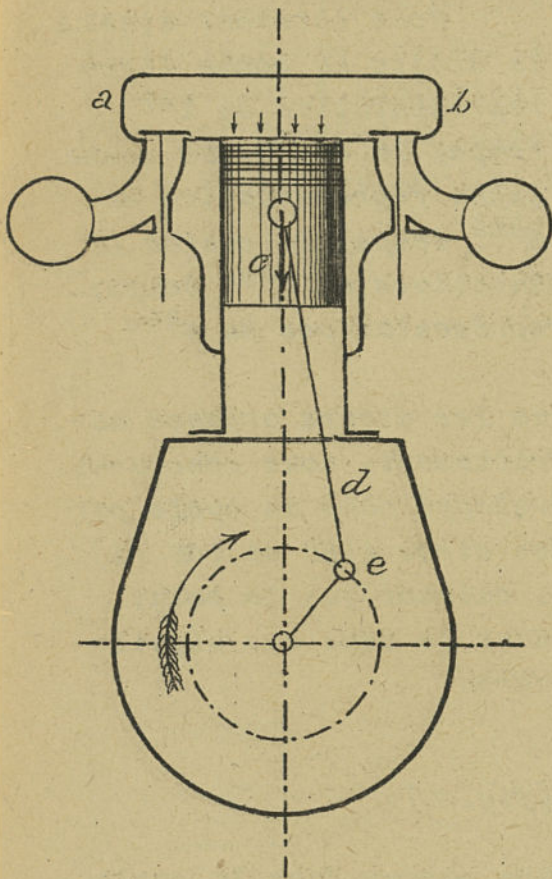


*Fig. 2 - 1^{er} Temps.
Aspiration.*

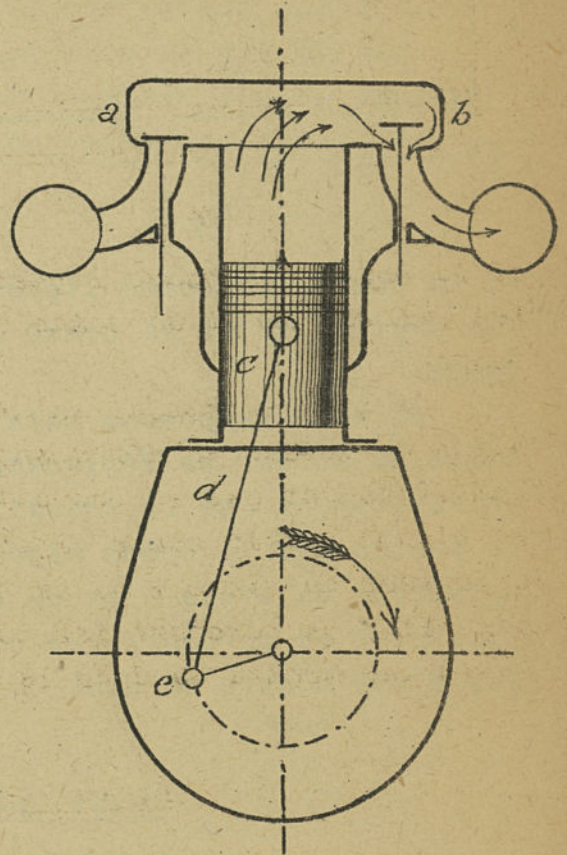
*Fig. 3 - 2^e Temps.
Compression.*

- a : Soupape d'aspiration*
- b : Soupape d'échappement*
- c : Piston*
- d : Bielle*
- e : Maneton de l'arbre-manivelle*

Cycle d'évolution du mélange explosif.



*Fig 4-3^e. Temps
Explosion et détente*



*Fig 5-4^e Temps.
Echappement*

- a : Soupape d'aspiration
b : Soupape d'échappement
c : Piston
d : Bielle
e : Maneton de l'arbre manivelle*

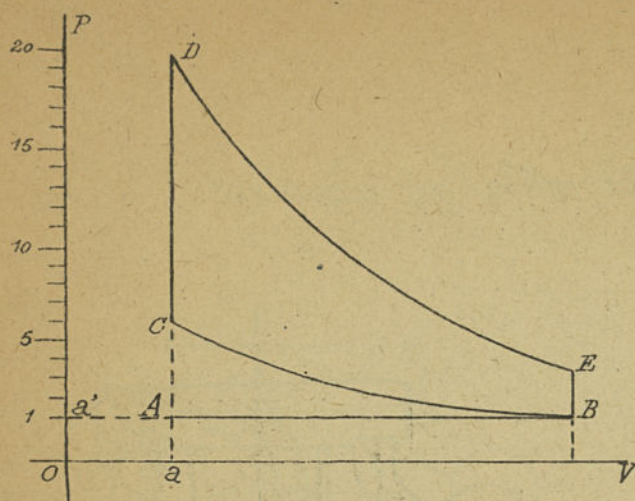


Fig. 6.

Prenons enfin les segments oa , oa' pour représenter respectivement le volume de la chambre d'explosion et la pression de l'atmosphère.

Nous obtenons ainsi : la droite AB comme ligne représentative du 1^{er} temps; la courbe BC comme ligne représentative du 2^{ème} temps; la courbe CD

et la courbe DE comme lignes représentatives du 3^{ème} temps; les droites EB et BA comme lignes représentatives du 4^{ème} temps.

Si nous supposons maintenant que les divers organes mobiles du moteur se déplacent sans frottement, nous concluons immédiatement que le travail (1) développé dans un cycle par le piston est la somme algébrique des aires $ADEB$ et ACB (2), affectées du signe + ou du signe -, suivant que le point figuratif en parcourt les contours dans le sens des aiguilles d'une montre ou dans le sens inverse.

Cycle pratique (fig. 7).

L'évolution suivie par le mélange gazeux dans le cycle théorique qui vient d'être défini suppose expressément :

que l'inertie et la viscosité des gaz sont négligeables;

(1) Le travail d'une force est égal au produit de cette force par le déplacement de son point d'application. Or, dans le diagramme ci-dessus, à l'échelle près, les ordonnées, diminuées de la pression atmosphérique oa' , représentent la résultante des pressions agissant sur les 2 faces du piston et les abscisses représentent les déplacements du piston, c'est-à-dire du point d'application de cette résultante.

(2) $ADEB$ représente le travail moteur du 3^{ème} temps et ACB le travail résistant du 2^{ème} temps.

que les sections, offertes au passage des gaz par les tuyauteries et les chambres des soupapes, laissent les pressions interne et externe s'égaliser, aussitôt que l'ouverture d'une soupape se produit;

que l'explosion du mélange gazeux est instantanée;

que les parois du cylindre et du piston sont imperméables à la chaleur.

L'expérience ne justifiant aucune de ces hypothèses, tout diagramme, relevé sur l'un quelconque des cylindres d'un moteur à explosion, présente dans son tracé, comparativement à celui du diagramme théorique, certaines déformations indiquées par la figure 7.

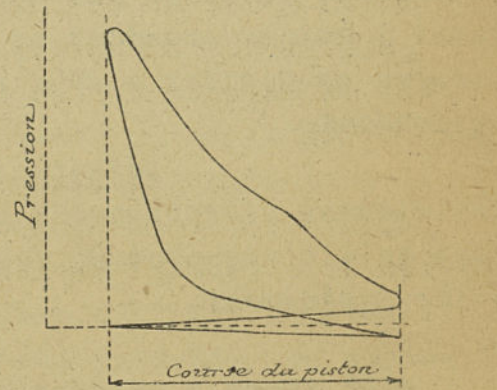
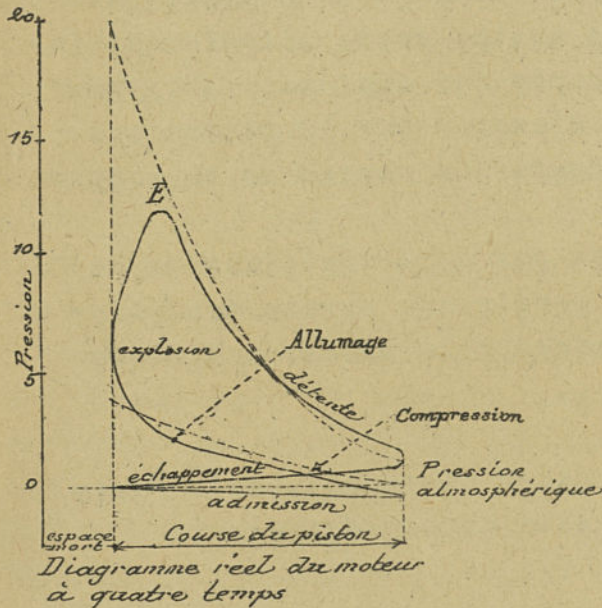


Diagramme correspondant à une avance exagérée de l'allumage et de l'échappement

Fig. 7

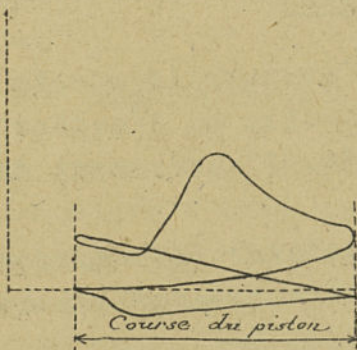


Diagramme correspondant à un retard à l'admission et à l'allumage et à trop d'avance à l'échappement

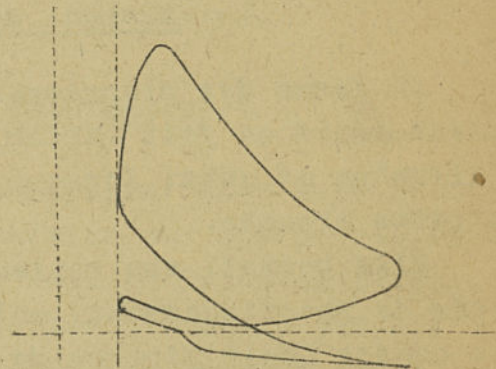


Diagramme correspondant à une avance de la fermeture d'échappement

1^{er} Temps. - L'inertie et la viscosité des gaz, les frottements et les pertes de force vive que subissent leurs molécules en se déplaçant le long des parois des tuyauteries et des chambres de soupapes, font naître dans le cylindre une dépression.

2^{ème} Temps. - Pendant la compression, le mélange gazeux continue à s'échauffer au contact du cylindre et du piston et sa pression s'en trouve augmentée.

3^{ème} Temps. - Explosion : Pendant la durée non négligeable de l'explosion, le piston se déplace en augmentant le volume départi à la masse gazeuse pendant sa combustion. Pour cette raison, la pression maxima reste notablement inférieure à celle qu'eût développée une explosion s'effectuant à volume constant et ne s'exerce sur le piston que lorsque ce dernier a déjà parcouru une partie de sa course descendante.

Détente : Les gaz en travaillant se refroidissent et reprennent aux parois une partie des calories qu'ils viennent de leur céder : la pression diminue moins rapidement.

4^{ème} Temps. - La pression va en diminuant, mais reste cependant supérieure à la pression atmosphérique.

Examen des diagrammes.

La forme des diagrammes permet d'étudier la marche d'un moteur quand on fait varier la distribution ou l'avance à l'allumage et aussi lorsque l'on modifie l'agencement de certains organes.

Elle permet, non seulement de constater les déficiences de fonctionnement, mais encore d'en trouver souvent les causes (Voir figures de la page 11).

§. 3 - RÉGLAGE DE LA DISTRIBUTION. -

L'objet de ce réglage est la détermination des points du cycle auxquels doivent se produire les ouvertures et les fermetures des soupapes d'admission ou d'échappement pour faire tourner un moteur dans les meilleures conditions de rendement.

Réglage de la soupape d'admission. -

Le fonctionnement de la soupape d'admission doit être tel que la masse gazeuse, aspirée par cylindrée, à la vitesse normale du moteur, soit la plus grande possible.

A cet effet, on ouvre la soupape d'admission avec un certain retard au début du 1^{er} temps, c'est-à-dire quand le piston est déjà descendu de quelques millimètres afin que, par la création d'un vide partiel, la suction au carburateur soit plus énergique et augmente ainsi la cylindrée. Pour éviter le coup de bélier qui se produit au moment de la brusque fermeture de la soupape d'admission par suite de l'arrêt brutal du courant gazeux dont la vitesse peut atteindre 50 mètres à la seconde, cette fermeture est légèrement retardée. De cette façon, le mouvement contraire du piston provoque un ralentissement dans l'entrée des gaz et la soupape se ferme au moment où l'équilibre est atteint; le volume de la cylindrée est aussi augmenté par suite du prolongement de la période d'ouverture de l'admission.

Réglage de la soupape d'échappement. -

Le réglage de la soupape d'échappement doit être étudié de manière à provoquer une expulsion des gaz brûlés aussi complète et rapide que possible dans le but d'augmenter la cylindrée suivante et d'empêcher que le moteur chauffe par suite de la présence prolongée des gaz à haute température.

Il suffit pour cela de provoquer l'ouverture de la soupape d'échappement un peu avant le passage du piston au point mort bas, afin d'utiliser la pression élevée (4 atm. environ), qui règne encore dans le cylindre, pour chasser violemment les résidus gazeux de l'explosion dans le col-

lecteur d'échappement.

En adoptant ce réglage, nous réduisons le temps moteur, puisque nous écourtons la détente, mais aux environs du point mort bas, la composante tangentielle utile de la poussée de la bielle est très faible, la réduction du travail moteur est alors largement compensée par la diminution réalisée sur le travail absorbé dans le 4^{ème} temps.

Ajoutons, avant de terminer ce qui est relatif au réglage de la distribution pendant le 4^{ème} temps, que, pour débarrasser aussi complètement que possible la chambre d'explosion des gaz brûlés, on ne laisse la soupape d'échappement se refermer que légèrement après le passage du piston au point mort haut.

Représentation schématique du réglage de la distribution.

Nous sommes maintenant en mesure de donner une représentation schématique du réglage adopté pour la distribution dans un moteur.

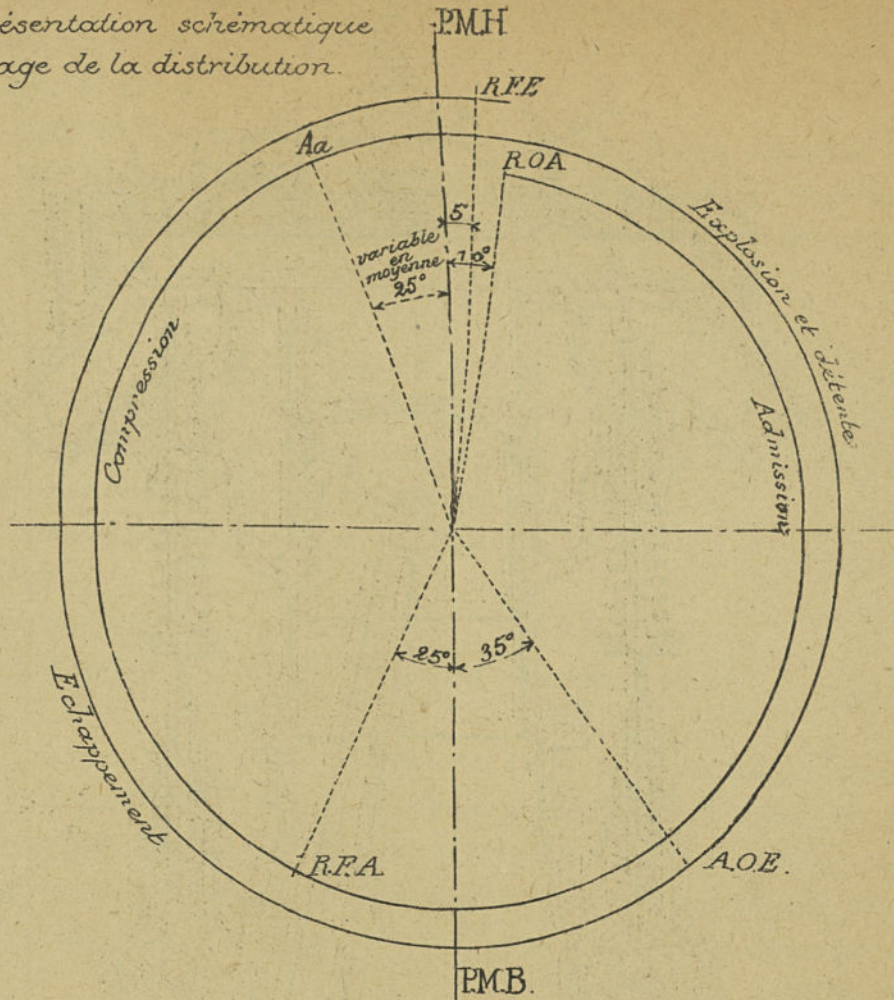
Les angles, définissant les points d'ouverture et de fermeture des soupapes sont indiqués par les arcs qu'ils sous-tendent sur les deux circonférences décrites successivement par le maneton de l'arbre-manivelle, au cours du cycle évolutif. Mais, afin d'éviter une superposition des diagrammes correspondant à chacun des tours du maneton, chacune des circonférences a été remplacée par un élément de spirale (fig. 8).

§. 4 - DESCRIPTION DU MOTEUR (fig.9).-

Le moteur proprement dit comprend 5 parties principales :

- Le cylindre et son piston;
- La bielle et l'arbre-manivelle;
- Le système de distribution;
- Le carter;
- Le volant

Fig. 8. Représentation schématique du réglage de la distribution.



ROA — Retard d'ouverture à l'admission

RFA — Retard à la fermeture d'admission

AOE — Avance à l'ouverture d'échappement

RFE — Retard à la fermeture d'échappement

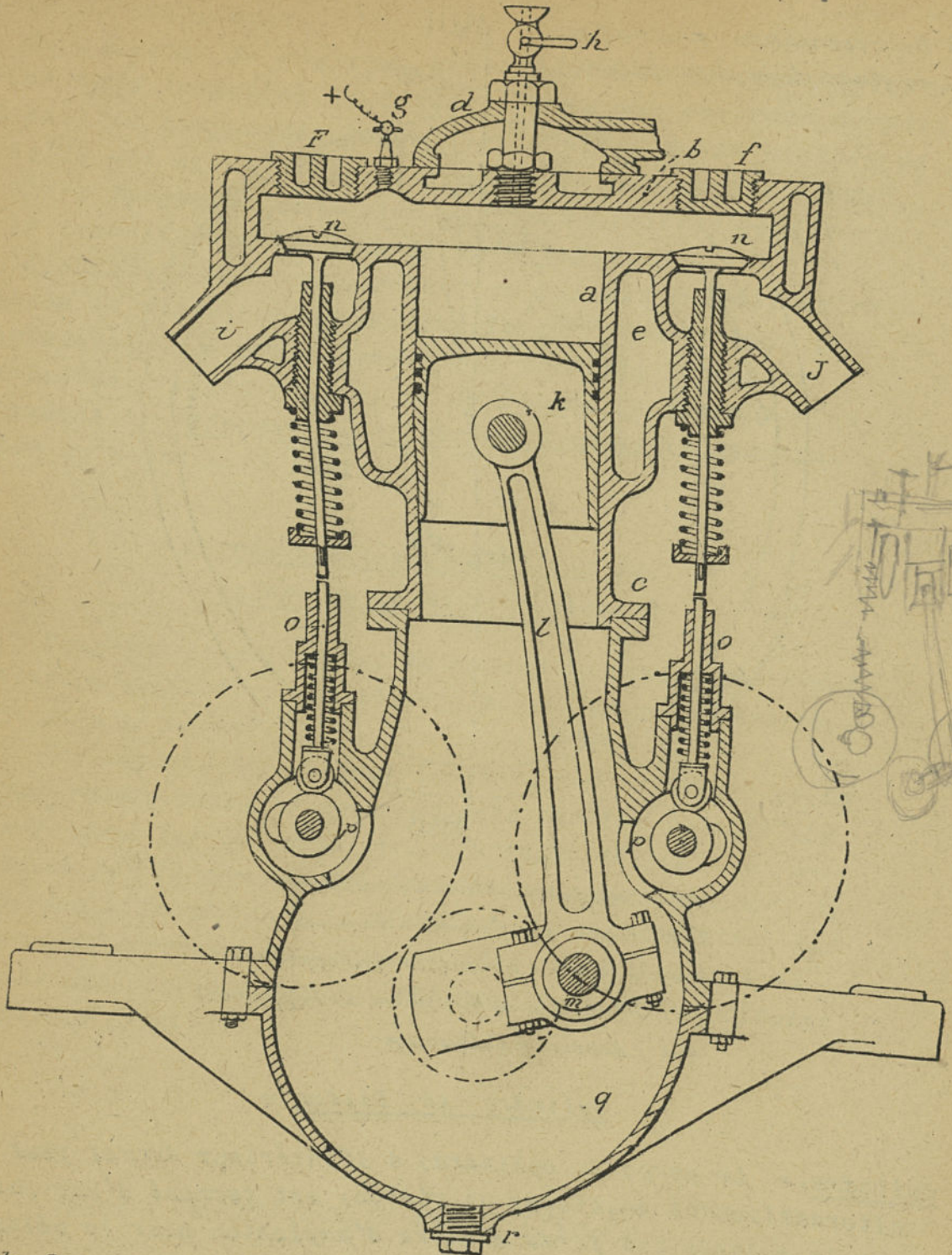
Aa — Avance à l'allumage

Cylindre et Piston.—

Cylindre.— Le corps du cylindre, à l'intérieur duquel peut alternativement coulisser un piston, est terminé d'une part par la culasse qui forme chambre d'explosion pour le mélange "air - vapeur d'essence" et, d'autre part, par une embase servant à la réunir au carter au moyen de boulons de manière à former bloc.

Sur la culasse sont placés les logements des soupapes d'admission et d'échappement (chambres des soupapes), des bouchons de visite des soupapes (rodage), des bougies d'allumage, des robinets de décompression.

Fig. 9. - Coupe verticale du moteur



a - Cylindre
 b - Culasse
 c - Embase
 d - Calotte

e - Chemise d'eau
 f - Bouchon de visite
 de soupape

g - Bougie d'allumage

h - Robinet de décompression

i - Tubulure d'admission

j - Tubulure d'échappement

k - Piston

l - Bielle

m - Arbre manivelle

n - Soupape

o - Pousoir

p - Arbre à cames

q - Carter

r - Bouchon de vidange

Le corps du cylindre, soigneusement alésé à l'intérieur, est ouvert du côté de l'embase, en vue du libre passage de la bielle.

Il est entouré sur environ les $\frac{2}{3}$ de sa hauteur, et du côté de la culasse, d'une chemise d'eau pour son refroidissement. De l'eau circule également entre la face supérieure de la culasse et la calotte du cylindre.

Piston. - (Fig. 10). - Le piston forme la paroi mobile de la chambre d'explosion; il reçoit la poussée de l'explosion et la transmet à l'arbre-manivelle par la bielle, dont il guide le mouvement à l'intérieur du cylindre.

Il comprend 3 parties principales :

le corps;

les segments;

l'axe de pied de bielle ou axe transversal.



Le corps du piston est constitué par un dé, fermé seulement à l'une de ses extrémités par un fond sphérique, conique ou plan. D'un diamètre extérieur un peu inférieur au diamètre intérieur du cylindre moteur, le corps du piston est suffisamment allongé suivant son axe pour assurer, dans

de bonnes conditions de lubrification, le guidage de la bielle.

Il présente, sur sa surface latérale externe, trois ou quatre rainures circulaires, destinées à servir chacune de logement à un segment et, sur la surface latérale interne, deux renforts, diamé-

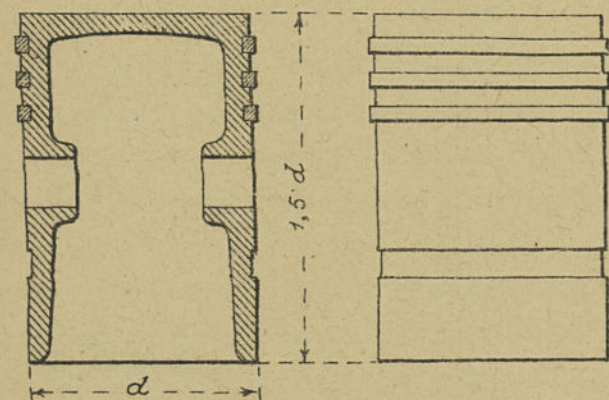


Fig. 10.

Fig. 11.

tralement opposés, formant douilles de fixation des extrémités de l'axe de pied de bielle.

Les segments, généralement au nombre de 3 ou 4, assurent l'étanchéité du joint existant entre le cylindre et le piston (fig. 12).

Ce sont des anneaux élastiques, à section méridienne rectangulaire fendue en sifflet ou en z, pour laisser leur dilatation s'effectuer librement sous l'influence des variations de température qu'ils ont à subir. Présentant, avant leur introduction dans le cylindre, un diamètre extérieur un peu supérieur à l'alésage de ce dernier, ils sont comprimés lors de leur mise en place et, par conséquent, maintenus constamment au contact du cylindre par réaction élastique.

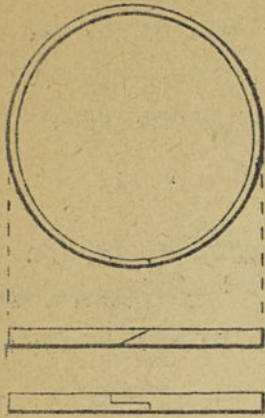


Fig. 12. Segments

L'axe transversal relie la bielle au piston (fig. 13). Il s'engage à frottement doux dans la bielle et est maintenu en place par 1 ou 2 vis noyées dans les douilles du corps du piston.

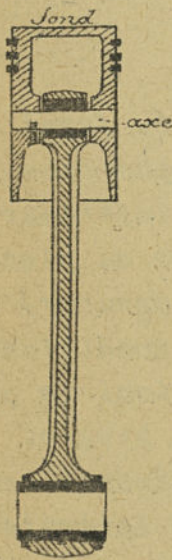


Fig. 13. Assemblage bielle et piston.

Bielle et arbre-manivelle.-

Bielle (fig. 14).- La bielle transforme le mouvement rectiligne alternatif du piston en un mouvement rotatif de l'arbre-manivelle.

La longueur de la bielle doit être supérieure ou égale à 4 fois la course du piston. Son allongement diminue l'angle d'attaque et par

suite la réaction et le frottement du piston dans le cylindre. Cet angle peut encore être diminué par le "désaxe-ment" du cylindre par rapport au plan vertical passant par l'axe de rotation du vilebrequin.

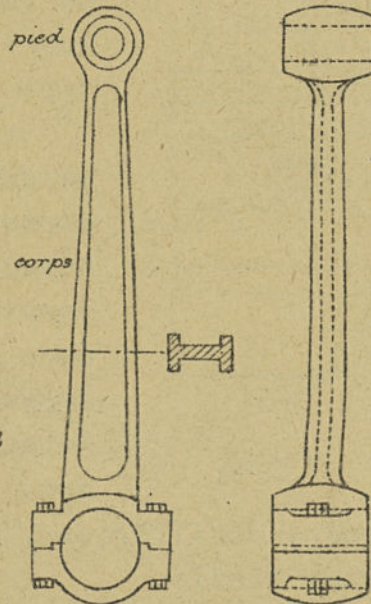


Fig. 14. Bielle.

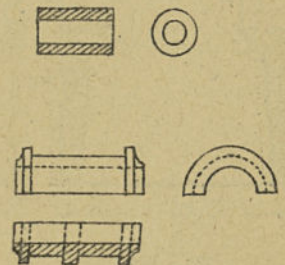


Fig. 15.

Douille de pied de bielle.
Coussinet de tête de bielle

Elle est constituée par une tige droite articulée, à l'une de ses extrémités, sur l'axe transversal du piston avec un léger jeu latéral (2 à 3 m/m) et, à l'autre, sur le maneton de l'arbre-manivelle.

On distingue sur la bielle 3 parties :

- le pied;
- le corps;
- la tête.

Le pied, alésé cylindriquement, est garni intérieurement d'une douille (fig. 15), dans laquelle s'engage l'axe transversal du piston.

Le corps présente une section circulaire, rectangulaire ou en double T, allant légèrement en croissant du pied vers la tête.

La tête, dans laquelle tourillonne le maneton de l'arbre-manivelle, formée de 2 parties assemblées par boulons, embrassant 2 coussinets en bronze dans lesquels on a coulé du métal antifriction fondant à environ 400° (régule = alliage de Plomb, Etain et Antimoine). En cas de défaut de graissage, ce dernier par suite de l'échauffement fond avant que le grippage se produise, et le moteur cogne alors d'une façon plus qu'anormale, par suite du jeu considérable aux têtes de bielle en résultant.

Arbre-manivelle. - L'arbre-manivelle (vilebrequin) transmet son mouvement de rotation aux autres organes de la voiture par l'intermédiaire d'un dispositif spécial appelé embrayage, après avoir prélevé une certaine fraction de son énergie mécanique pour entretenir le fonctionnement des systèmes de distribution, d'allumage, de refroidissement et de graissage. Sa forme varie avec le nombre des cylindres du moteur, l'ordre adopté pour la succession des explosions dans ces cylindres (1), le nombre de paliers servant à le supporter (2) et les dispositions particulières à chaque marque.

(1) Le moteur à 4 cylindres est actuellement le plus employé en Automobile - ; l'ordre de fonctionnement des cylindres est généralement 1.3.4.2 et quelquefois, mais rarement, 1.2.4.3 pour des raisons d'équilibrage et d'alimentation du moteur.

(2) La multiplicité des paliers annule les vibrations, mais leur alignement correct est très difficile à obtenir.

Néanmoins, il comprend toujours essentiellement :
Des tourillons situés dans le prolongement les uns des autres et constituant l'arbre proprement dit. Ces tourillons sont centrés dans des coussinets supportés par des paliers fixés au carter (fig. 16 et 17).

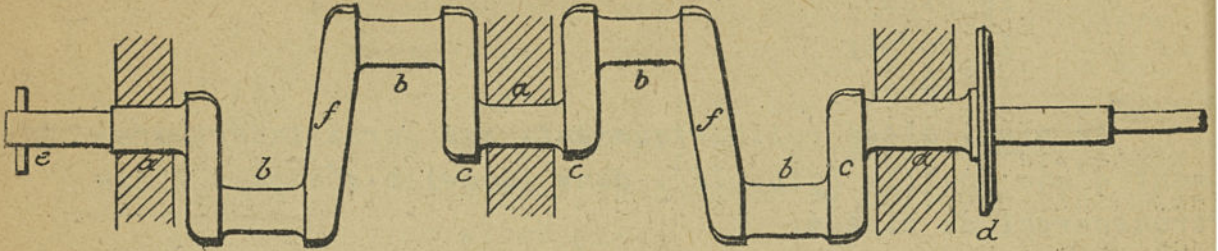


Fig. 16. Arbre-manivelle à 3 portées.

a-tourillon; *b*-maneton; *c*-bras de manivelle; *d*-plateau d'entraînement; *e*-broche.
f-flasques.

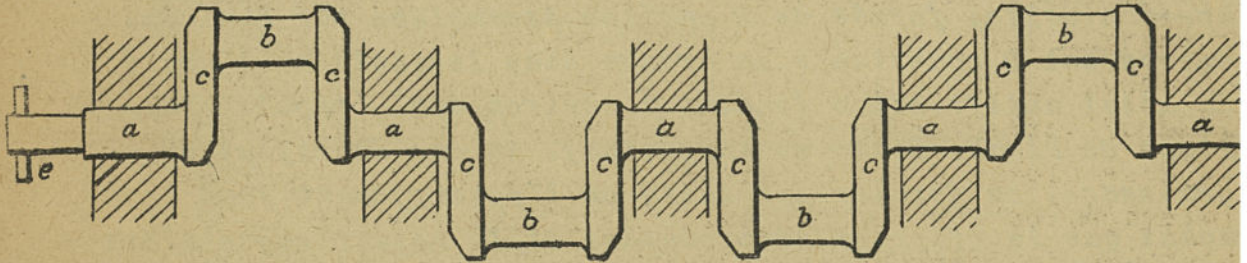


Fig. 17. Arbre-manivelle à 5 portées

Des manetons servant d'axe de rotation aux têtes de bielle;

Des bras de manivelle reliant les tourillons aux manetons, ou des flasques réunissant les manetons entre eux;

Un plateau d'entraînement pour le montage du volant.

Une broche, ou tout autre dispositif, pour l'accrochage de la manivelle de mise en route du moteur.

Système de distribution.-

Le système de distribution règle, en temps opportun, l'introduction du mélange gazeux explosif dans le cylindre, ainsi que son expulsion au-dehors de celui-ci.

• Il se compose de 3 parties :

Les collecteurs d'admission et d'échappement;

Les soupapes d'admission et d'échappement;

Le mécanisme de commande des soupapes.

collecteurs d'admission et d'échappement. - Les collecteurs

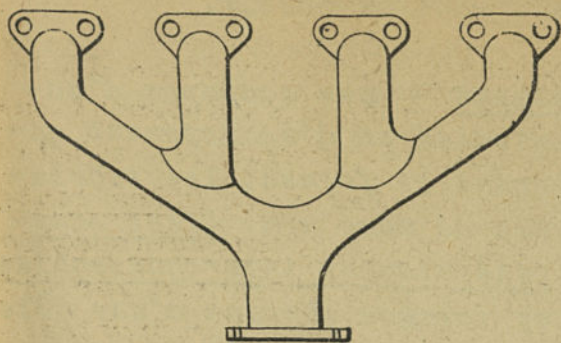


Fig. 18. - Collecteur d'admission.

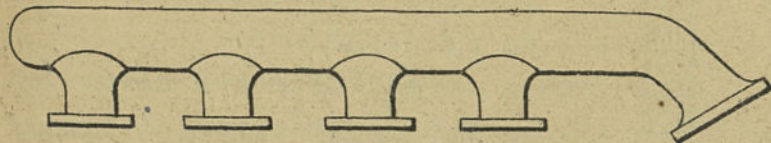


Fig. 19. - Collecteur d'échappement.

d'admission et d'échappement font respectivement communiquer le cylindre avec le système de carburation dans lequel se prépare le mélange gazeux explosif d'une part, et avec l'appareil chargé d'opérer sans bruit l'évacuation dans l'atmosphère des gaz brûlés d'autre part. (silencieux ou pot d'échappement).

Etablis sans coudes brusques et avec des sec-

tions suffisantes pour ne pas gêner la circulation des gaz, ils sont réunis aux cylindres par leurs tubulures, boulonnées sur les brides d'aspiration et d'échappement venues de fonte avec la culasse (fig. 18 et 19).

Le collecteur d'admission est généralement en cuivre poli pour amener les gaz au moteur sans déperdition de chaleur pendant leur parcours; le collecteur d'échappement au contraire est en acier coulé brut et mat de façon à augmenter au maximum la perte de chaleur par rayonnement des gaz avant leur sortie dans l'air ambiant.

Le silencieux (fig. 20) qui peut être considéré comme

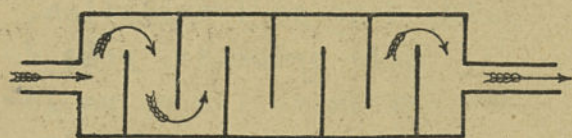


Fig. 20. - Silencieux.

faisant partie intégrante du collecteur d'échappement, est constitué simplement par un cylindre, en tôle d'acier, muni in-

térieurement de chicanes, et présentant un volume suffisant pour réduire la vitesse des gaz, régulariser leur écoulement dans l'atmosphère, et amortir le bruit produit par la brusque détente.

Pour que la présence du silencieux ne provoque aucune contrepression due à la perte de charge et nuisible au bon échappement des gaz brûlés, son volume doit être égal à 5 ou 6 fois celui de la cylindrée; dans ces conditions,

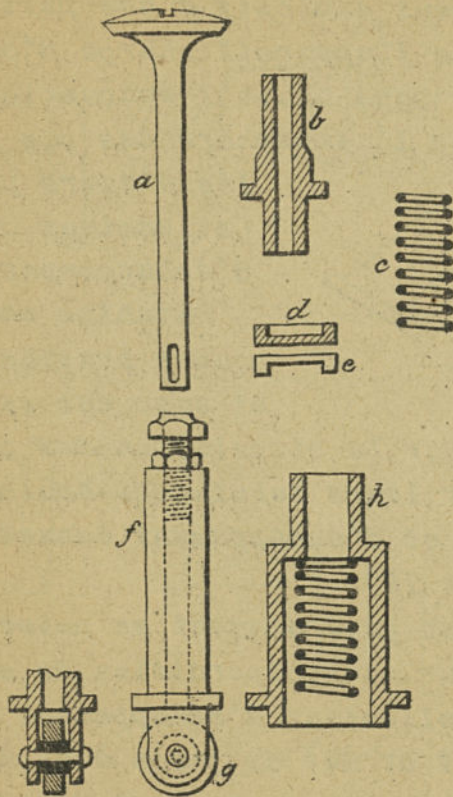
l' "échappement libre" ne peut, en aucun cas, procurer d'avantages pour ce qui est du rendement du moteur.

Soupapes d'admission et d'échappement. - Les soupapes d'admission et d'échappement ouvrent et ferment les tubulures de même nom. Elles sont généralement interchangeables et formées chacune d'une tête plate ou bombée, supportée par une tige cylindrique droite (fig. 21).

La tête forme clapet obturant et présente, à cet effet, sur le pourtour de la face qui la réunit à la tige, un chanfrein conique susceptible de coïncider en tous points avec un siège ménagé dans la paroi de la chambre de soupape.

La tige coulissant à frottement doux dans une douille (guide de soupape) rapportée dans la paroi de la chambre, centre la soupape sur son siège et la guide dans sa translation.

Elle présente, près de son extrémité libre, un logement destiné à recevoir la clavette de butée du ressort de soupape.



- a. Soupape
 b. Guide de soupape
 c. Ressort de rappel de soupape
 d. Cuvette de ressort de soupape
 e. Clavette
 f. Poussoir
 g. Godet de poussoir
 h. Guide de poussoir.

Soupape et poussoir.
 Fig. 21

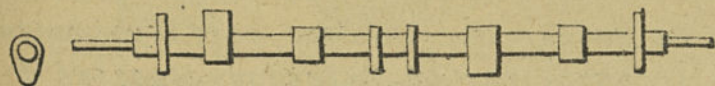
Mécanisme de commande. -

Le mécanisme de commande produit l'ouverture et la fermeture des soupapes d'admission et d'échappement :

Il comprend :

les arbres à cames;
 les engrenages;
 les poussoirs;
 les ressorts de soupapes.

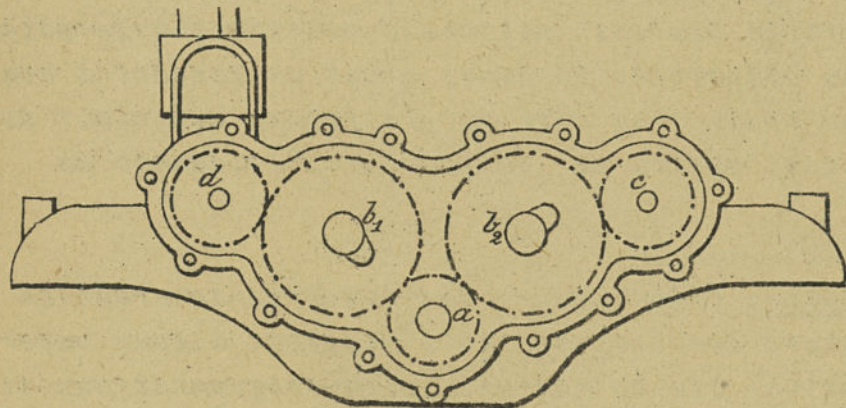
Arbres à cames (fig. 22). - Deux arbres soutenus par des pa-



liers fixés dans le carter, portent chacun autant de bossages (cames) que le

Fig. 22. - Arbre à cames
 moteur possède de cylindres. Ces bossages ont pour fonction de venir soulever les soupapes et de les laisser retomber après leur passage. Leur profil est établi de façon à donner une levée suffisante et à provoquer une fermeture aussi brusque que possible pour éviter le laminage des gaz et donner à l'ouverture complète la durée maxima.

Engrenages. - L'arbre-manivelle transmet son mouvement à l'aide d'engrenages dans le rapport de 2 à 1, aux 2 ar-



bres à cames qu'il entraîne ainsi à une vitesse de rotation moitié de la sienne (fig. 23) puisque le mouvement des soupapes ne doit avoir lieu que tous les deux tours

Fig. 23. - Vue avant d'un carter.

- a - Engrenage calé sur l'arbre manivelle.
 b₁, b₂ - Roues dentées menant les arbres à cames.
 c - Pignon commandant la pompe.
 d - Pignon commandant la magnéto.

du moteur.

Poussoirs (fig. 21). - Les poussoirs, rectilignement soulevés par les cames, poussent les soupapes et les forcent à se lever au-dessus de leur siège.

Ils se composent chacun :

du poussoir proprement dit;
 du guide du poussoir;
 du ressort du poussoir.

Le poussoir proprement dit est formé d'une tige cylindrique droite, terminée vers le bas par une chape soutenant un galet susceptible de rouler sur la came correspondante de l'arbre; et, vers le haut, par un filetage, destiné à recevoir une vis réglant la longueur du poussoir : le réglage de cette vis est maintenu invariable par un contre-écrou de serrage.

Le guide du poussoir, fixé sur la face supérieure du carter, est traversé à frottement doux par la tige du poussoir, qui se trouve ainsi guidée dans sa translation; cette translation est alternativement entretenue par le roulement du galet sur la came et la détente du ressort de poussoir. Le guide présente, vers son extrémité inférieure, un évidement cylindrique, concentrique au poussoir, et servant de logement au ressort du poussoir.

Le ressort de poussoir maintient constamment le galet du poussoir au contact de la came; c'est un ressort à boudin, qui prend appui d'un côté sur le rebord supérieur de la chape et, de l'autre, sur le fond de l'évidement du guide.

Ressorts de soupapes (fig. 21). - Ces ressorts assurent la brusque fermeture des soupapes et s'opposent à leur ouverture intempestive. Ils se montent concentriquement aux tiges de soupapes entre un épaulement situé à l'extérieur des guides de soupapes et une cuvette maintenue sur ces tiges par une clavette, ce qui permet et facilite la mise en place et le remplacement des soupapes.

Carter. -

Le carter, le plus souvent en Aluminium fondu, (fig. 24) constitue le bâti du moteur dont il supporte et assemble les différents organes; il protège également certains d'entre eux contre les poussières ou tout autre corps étranger, et forme récipient pour l'huile nécessaire à leur graissage.

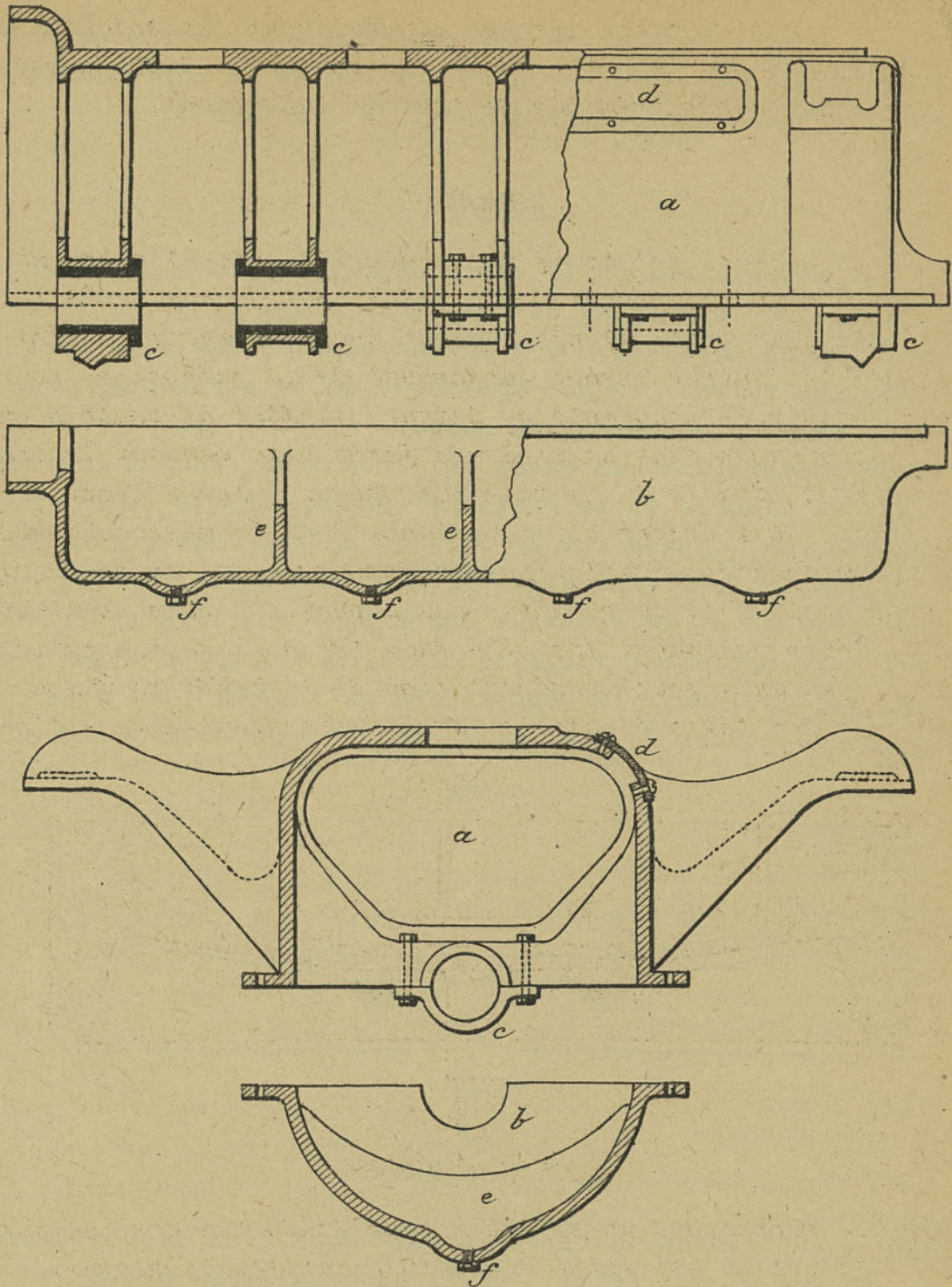


Fig. 24. - Carter de moteur.

a - Demi-carter supérieur.

b - Demi-carter inférieur.

c - Patiers de portée de l'arbre-manivelle.

d - Porte de visite.

e - Cloison de retenue du lubrifiant.

f - Bouchon de vidange.

La partie inférieure est généralement cloisonnée transversalement pour empêcher dans les pentes le déplacement vers l'une des extrémités de tout le lubrifiant.

Volant. -

Le moteur, tel qu'il a été décrit, anime l'arbre-manivelle d'un mouvement de rotation, mais, ainsi qu'il a été dit plus haut, il n'y a qu'un temps moteur : le troisième; les autres temps absorbent de la puissance; pour régulariser le mouvement du moteur, il faut disposer d'un organe emmagasinant un excès de force vive pendant le temps moteur et capable de la restituer pendant les 3 temps résistants. Cet organe est le volant, dont la masse absorbe la puissance de l'explosion, la conserve sous forme de vitesse acquise et la restitue peu à peu; son rôle se trouve d'ailleurs nettement facilité dans les moteurs à 4 cylindres, puisque, pour la répartition de l'effort total sur chacune des têtes de bielle, à chaque instant du fonction-

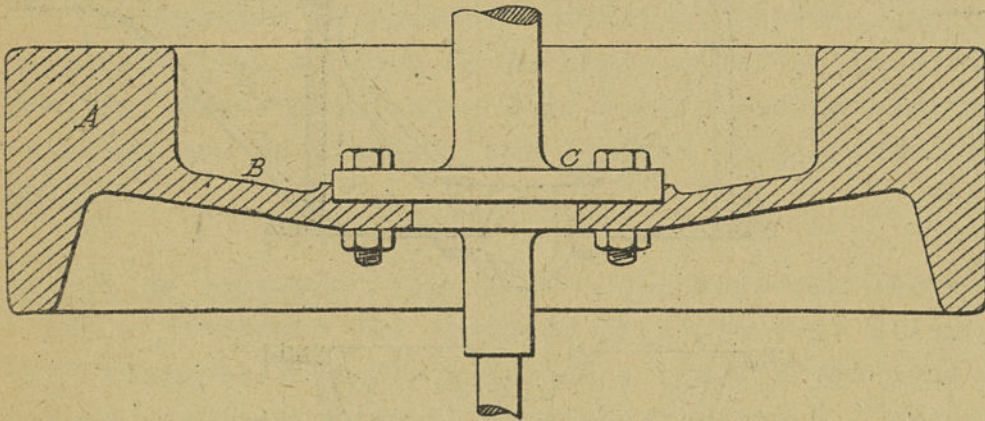


Fig. 25. Volant.

nement, correspond un effort moteur dans l'un des cylindres.

Le volant est formé d'une roue métallique pleine (fig. 25), à jante A très massive, et dont la toile B se trouve fixée par des boulons sur le plateau d'entraînement C de l'arbre-vilebrequin.

Le calcul montre que, pour une même quantité d'énergie emmagasinée ou rendue par un volant de poids et de diamètre donnés, la variation de vitesse subie par ce volant est d'autant plus faible que sa masse est davantage concen-

trée à sa périphérie. C'est ce qui explique pourquoi, ainsi qu'il vient d'être dit ci-dessus, la jante du volant est très massive, tandis que la toile présente la section minima nécessaire pour résister aux efforts que supporte la jante sous l'action de la force centrifuge.

§. 5 - FONCTIONNEMENT ANORMAL DU MOTEUR.

PANNES - RÉGLAGES. -

Les pannes de moteur sont rares.

Cylindre. - Le cylindre éclate ou simplement se fend; cela provient parfois de la présence d'une soufflure, résultat d'un défaut de fabrication. Le plus souvent, les fêlures de la chemise d'eau sont le fait de la congélation de l'eau de refroidissement pendant l'arrêt. Il faut l'éviter à tout prix en prenant les précautions indiquées au chapitre "Re-froidissement". Cet accident n'est réparable que par des moyens de fortune, lorsque la fêlure est très courte et très fine, et qu'elle n'intéresse que la paroi externe, à l'exclusion du cylindre proprement dit, mais le résultat obtenu ne doit jamais être considéré que comme provisoire.

L'un des accidents les plus graves pour les cylindres est le grippage résultant d'un graissage insuffisant. Il peut être évité avec un peu de soin et d'attention.

Piston. - Il faut éviter que le piston ait sa surface supérieure encrassée par la couche de suie qui s'y dépose. Celle-ci incandescente peut provoquer un auto-allumage très en avance sur le point normal d'explosion, ce qui occasionne tous les accidents dus à une avance à l'allumage exagérée et qui seront exposés plus loin.

Pour enlever pareil dépôt, il faut gratter la face supérieure du piston avec une spatule en bois ou en corne ainsi, d'ailleurs, que les parois de la chambre d'explosion.

Les segments doivent être surveillés avec soin, car ils s'usent par frottement. Un segment bien ajusté doit se

mouvoir sans difficulté dans la rainure qui lui sert de logement.

Les 2 extrémités libres doivent, une fois en place, être distantes de un ou deux dixièmes de millimètres; pour conserver les segments en bon état, il est bon, chaque soir, de les dégommer en introduisant au moment de l'arrêt définitif, un peu de pétrole dans la chambre d'explosion. Cette précaution facilite notablement le départ du lendemain en évitant l'immobilisation par l'huile brûlée et en assurant, en même temps qu'une étanchéité parfaite, une aspiration énergique des gaz pendant le lancer du moteur.

En cas de démontage des cylindres, il y a lieu lors du remontage de porter son attention sur les axes de pied de bielle qui, en cas de déplacement, peuvent venir rayer la face interne du cylindre et le rendre, de ce fait, inutilisable.

Bielle. - La bielle peut se briser. Cet accident, sans remède, peut être évité; il provient de l'usure d'une des deux articulations extrêmes produisant un jeu qui, à chaque mouvement alternatif, donne lieu à un choc plus ou moins violent. On en est averti parce que le moteur "cogne".

Il faut éviter que la bielle chauffe ou grippe sur ses axes; pour cela, surveiller le graissage et, en cas de remontage, respecter le jeu latéral manifeste qui doit exister à la tête et au pied de bielle.

Soupapes. - Les soupapes sont les seuls organes pouvant le plus souvent donner lieu à des mécomptes, soit par leur rupture, soit par faute de réglage. La soupape d'échappement est beaucoup plus susceptible de détérioration que la soupape d'admission. Celle-ci donne, en effet, passage à des gaz relativement frais alors que les tubulures d'échappement sont soumises aux températures du rouge; travaillant dans ces conditions, la soupape d'échappement au moment de sa brusque arrivée sur son siège peut être guillotinée au collet. Pour éviter cet accident, on emploie des soupapes en acier au nickel très résistant et on évite de donner trop de dur au ressort de rappel.

Une soupape peut donner lieu à des fuites lorsqu'elle ne repose plus correctement sur son siège par suite de la

présence de parcelles oxydées, de crasse, de calamine, etc.. Il faut alors procéder au rodage des soupapes avec un peu de potée d'émeri très fine permettant de rendre le poli à la soupape et à son siège, en utilisant, pour imprimer à celle-ci le mouvement de rotation nécessaire, la rainure ménagée à cet effet sur la face supérieure de la tête.

Il arrive souvent qu'à l'usage, la came, les extrémités du poussoir, la queue de la soupape se matent, s'usent à la longue et qu'alors la soupape se lève trop tard et se ferme trop tôt; le contraire se produira lors du remplacement d'une soupape par une neuve livrée toujours trop longue par le fabricant pour en permettre la mise au point; dans ce cas, il y a lieu de procéder de nouveau au réglage de la distribution en utilisant les repères portés par le volant et le carter et permettant de produire, au moment voulu, l'ouverture et la fermeture en agissant sur la vis de réglage du poussoir de la soupape considérée.

Dans le cas où le volant ne porte pas de repères, il est bon de conserver notées les longueurs d'une jauge passée par les robinets de décompression correspondant aux points principaux du cycle lorsque le moteur est parfaitement réglé.

Lors du réglage des vis de poussoir, il y a lieu de noter qu'à froid il doit exister, entre la queue de la sou-

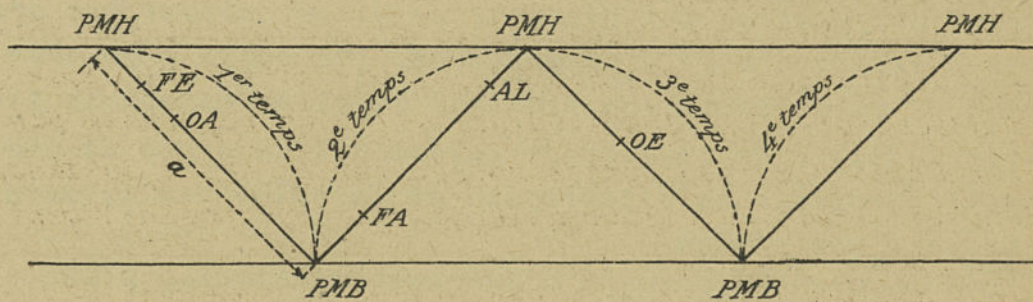


Fig. 26

a = course totale du piston relevée à la jauge et portée en vraie grandeur ou réduite à une échelle convenablement choisie.

FE = fermeture de l'échappement.

PMH = point mort haut.

OA = ouverture de l'admission.

PMB = point mort bas.

FA = fermeture de l'admission.

OE = ouverture de l'échappement.

pape fermée et l'extrémité du poussoir, un intervalle d'environ $1/2$ millimètre pour prévoir l'allongement de la tige sous l'influence de la chaleur, faute de quoi la soupape ne pouvant plus repaier sur son siège cessera d'être étanche.

§. 6 - LES MOTEURS SANS SOUPAPES.-

Avec la distribution par soupapes, il existe une vitesse limite du moteur au-delà de laquelle les ressorts ne sont plus assez puissants pour ramener les soupapes sur leur siège en temps voulu; les cylindrées sont incomplètes et la puissance diminue : le moteur est emballé. Dans les moteurs sans soupapes, les tiroirs de distribution étant commandés dans les deux sens, les ouvertures et fermetures se font toujours en temps voulu et complètement.

Le caractère distinctif de ces moteurs est l'absence de soupapes : dans le moteur du type Knigt, construit par la maison Panhard et Levassor, ces dernières sont remplacées par des chemises cylindriques (deux par cylindres) coulissant entre le cylindre et le piston.

Les chemises qui fonctionnent comme tiroirs sont percées de fenêtres qui viennent se placer devant les orifices d'aspiration et d'échappement, par suite d'un mouvement de va-et-vient longitudinal qu'elles reçoivent par l'intermédiaire de biellettes calées sur un arbre de dédoublement parallèle au vilebrequin et entraîné par ce dernier au moyen d'une chaîne.

La chemise extérieure a une course beaucoup plus grande que celle de la chemise intérieure; les manetons de commande sont calés à environ 90° l'un de l'autre.

La figure 28 donne l'épure de fonctionnement d'une telle distribution.

OA et OB représentent les manetons commandant les deux chemises de distribution; en faisant tourner OA et OB dans le sens de la flèche et négligeant l'obliquité, très faible d'ailleurs, de la biellette de commande, les projec-

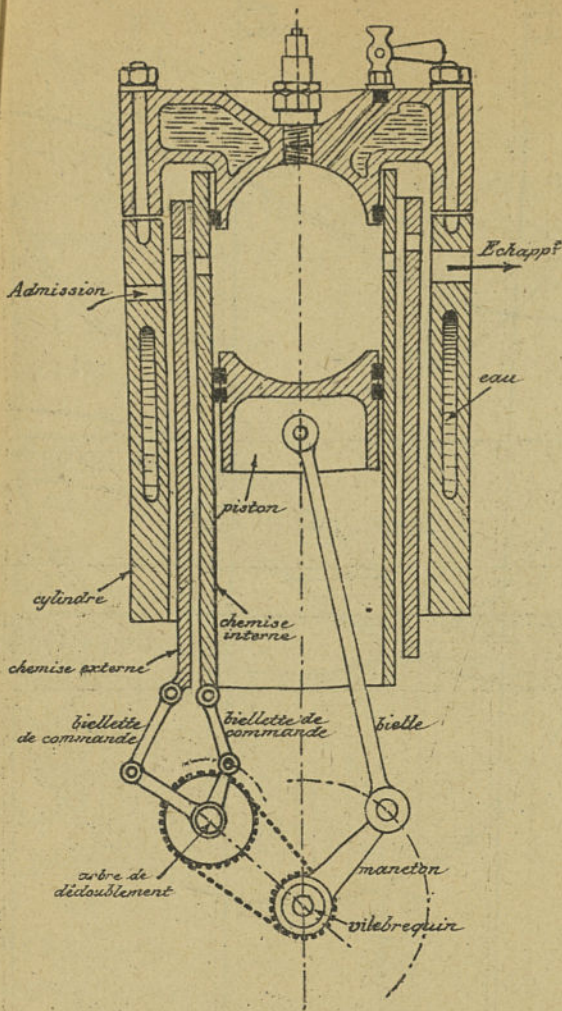


Schéma d'un moteur sans soupape Knight

Fig. 27

pouvant représenter le mouvement longitudinal de va-et-vient des chemises, par rapport à la rotation de l'arbre de dédoublement; les déplacements de chaque point des 2 chemises cylindriques sont représentées par des sinusoides parallèles aux deux premières et, en situant les lumières à des hauteurs convenablement choisies, on obtient des zones sinusoidales figurant le déplacement de chacune de ces ouvertures. La surface commune de ces deux zones correspond à la coïncidence des deux lumières et il suffit que cette coïncidence se produise en face des débouchés à l'intérieur du cylindre des collecteurs d'admission ou d'échappement pour que celle-ci corresponde à des périodes d'appel ou d'évacuation des gaz. Sur l'épure, ces orifices sont représentés par les 2 zones rectilignes horizontales teintées (fig. 29).

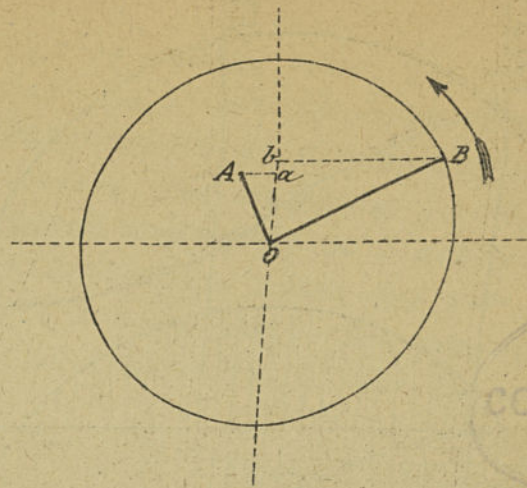


Fig. 28

tions a et b sur OY de A et B peuvent être considérées, dans leur déplacement, comme un point déterminé de chacune des chemises, l'arête supérieure, par exemple.

Si nous traçons la courbe des longueurs oa et ob correspondant à chaque position de AOB autour du point O , nous obtiendrons deux sinusoides

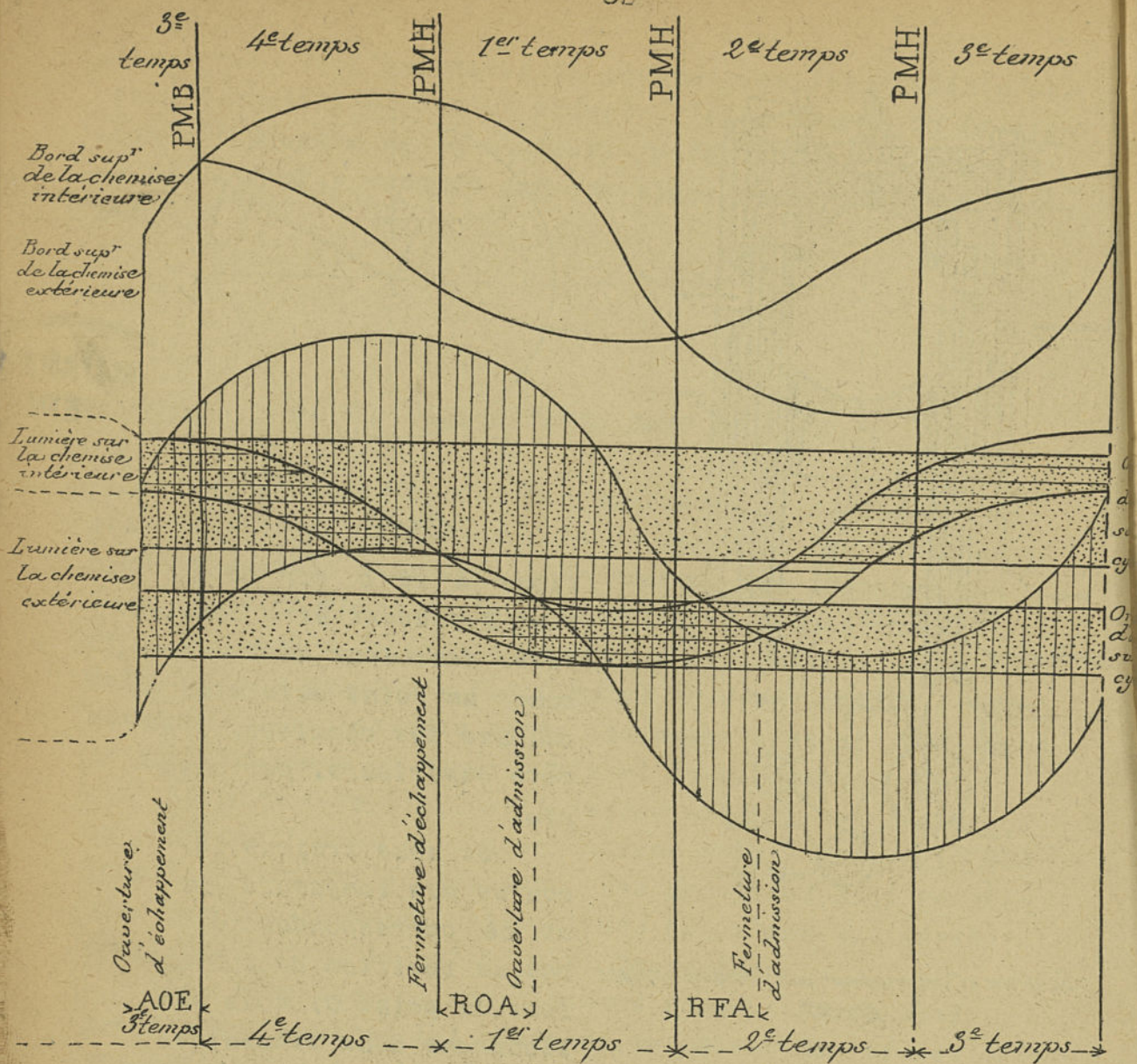


Fig. 29

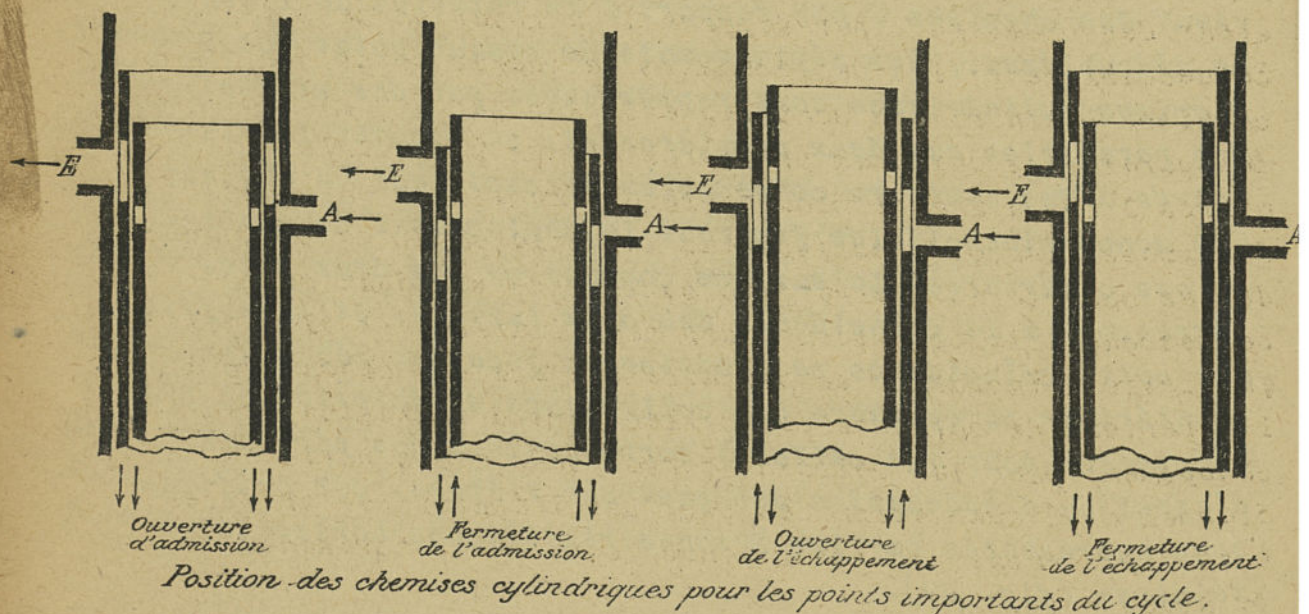


Fig. 29 bis

On y distingue les 4 temps du cycle, ainsi que le moment d'ouverture et de fermeture de l'admission et de l'échappement, comportant les mêmes retard et avance que dans le cycle admis dans la distribution par soupapes. Le réglage optimum s'obtient par un calage approprié de l'arbre de dédoublement, par rapport au vilebrequin, ainsi que par le choix judicieux du rapport entre les longueurs des manetons, des dimensions des lumières et de leur position sur les chemises.

La qualité primordiale de cette distribution est d'être silencieuse; en outre, elle permet de donner à l'aspiration et à l'échappement de larges passages supprimant ainsi le laminage des gaz par les soupapes qui peut s'opposer, dans une certaine mesure, au parfait remplissage des cylindres; enfin, elle est indéréglable.

Par contre, toute réparation à la distribution, qui se limitait précédemment le plus souvent à un simple échange de soupape, devient impossible sur route avec le dispositif Knight, la moindre visite nécessitant un démontage complet du moteur.

Le moteur sans soupapes, dont sont dotés les tracteurs Châtillon-Panhard, a été étudié de manière à présenter une chambre d'explosion de forme presque sphérique, sans saillies ni recoins, et au centre de laquelle se trouve la bougie. Ce dispositif assure un fonctionnement d'une grande régularité et permet l'emploi d'une compression élevée, d'où résultent une grande souplesse et un rendement notablement augmenté.

§. 7 - PUISSANCE DES MOTEURS.-

La puissance des moteurs s'exprime en Chevaux, désignés par la notation HP et égaux à 75 kilogramme-mètres.

Cette puissance est fonction de l'alésage D et de la course L du piston, du nombre de tours du moteur N et, enfin, de la pression moyenne des gaz exercée sur le piston

pendant les périodes de travail moteur et de travail constant P.

Cette dernière donnée est fournie par l'ordonnée moyenne du diagramme.

En tenant compte de ces 4 éléments, la puissance dans un moteur à n cylindres est :

$$H \text{ Chx} = \frac{\pi D^2}{4} \times P \times L \times \frac{1}{2} \frac{N}{60} \times \frac{1}{75} \times n \times \rho$$

produit de la force motrice par le déplacement de son point d'application, multiplié par le nombre de cycles dans l'unité de temps.

ρ = Coefficient de rendement organique tenant compte des frottements de la commande des divers organes du moteur = 75 à 80 %.

En pratique, la pression ainsi que la relation entre le nombre de tours et la course, et le rendement varient peu.

On a dès lors possibilité d'utiliser des formules empiriques, dans lesquelles P, N et L ne figurent pas implicitement.

Plusieurs formules ont été proposées : les plus couramment adoptées sont celles du Service des Mines servant de base à l'établissement de l'impôt :

$$H \text{ Chx} = K n D^2 L \frac{N}{60}$$

$K = 0,00015$ pour les 4 cylindres.

Pour la réquisition des véhicules, le Ministère de la Guerre a adopté la formule suivante :

$$H \text{ Chx} = K d_{(mm)}^{2,5} l_{(mm)}^{0,5}$$

$K = 0,00000625$ pour les voitures monocylindriques;

$K = 0,0000115$ pour les moteurs à 2 cylindres;

$K = 0,00002$ pour les moteurs à 4 cylindres;

$K = 0,00003$ pour les moteurs à 6 cylindres.

Le tableau ci-après donne les résultats des calculs résultant de cette dernière formule, pour les moteurs à 4 cylindres.

COURSE l n m/m	ALÉSAGE d											
	60	65	70	75	80	85	90	100	110	120	130	140
90	5	6	8	9	11	12	14					
100	5	7	8	10	11	13	15	20				
110	6	7	8	10	12	14	16	21	26			
120	6	7	9	11	12	14	17	22	28	34		
130	6	8	9	11	13	15	17	23	29	35	44	
140			10	11	14	16	18	24	30	37	45	55
150				12	14	16	19	24	31	39	47	57
160					14	17	19	25	32	40	49	59
170							20	26	33	41	50	60
180								27	34	42	52	62
190									35	43	53	64
200										44	54	65

Enfin, une formule très simple et qui donne une approximation suffisante est, pour un moteur à 4 cylindres :

$$H = \frac{1}{4} D^2$$

D = alésage en cm.

dérivée de la formule générale de l'A.C.F. :

$$H = 0,0007 \times n \times d^2$$

d = alésage en mm.

CHAPITRE III.

SYSTEME DE CARBURATION.DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DU SYSTEME DE CARBURATION.COMPOSITION DU MELANGE GAZEUX EXPLOSIF.ETUDE DÉTAILLÉE DE LA CARBURATION.CARBURATEURS AUTOMATIQUES.ÉCONOMISEURS.PANNES DE CARBURATEURS.CARBURANTS.§. 1 - DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT
DU SYSTEME DE CARBURATION (fig. 30).

On appelle système de carburation l'ensemble des organes accessoires du moteur spécialement affectés à la préparation du mélange gazeux explosif, avant son introduction dans le cylindre.

Le système de carburation comprend :

- le réservoir à essence;
- le tube d'alimentation du carburateur;
- le carburateur.

Réservoir à essence. - Ce réservoir renferme l'essence nécessaire à l'alimentation du moteur, sa contenance est calculée pour assurer au véhicule automobile un rayon d'action en rapport avec les conditions normales de son emploi, généralement 200 Kilomètres.

Il présente, sur sa face inférieure, une tubulure s'engageant dans l'une des extrémités du tube d'alimentation du carburateur et, sur sa face supérieure, un orifice de remplissage pouvant être obturé par un bouchon à vis percé d'un petit canal, pour laisser la pression atmosphérique s'exercer sur la surface libre du liquide contenu dans le réservoir.

voir et éviter la formation d'un vide barométrique s'opposant à l'écoulement de l'essence.

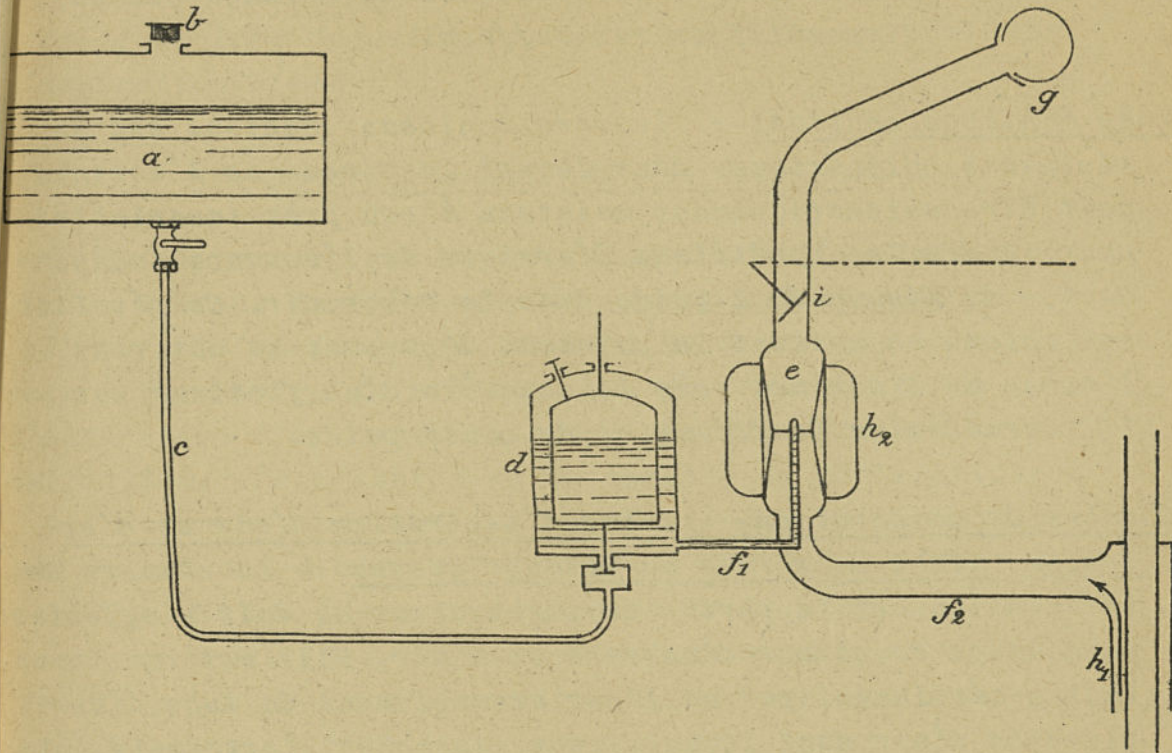


Fig. 30. - Représentation schématique d'un groupe de carburation.

a - Réservoir d'essence.
b - Bouchon de remplissage.
c - Tube d'alimentation du carburateur.
d - Vase à niveau constant.
e - Chambre de carburation.

f₁, f₂ - Tubes d'aspiration d'essence et d'air.
g - Tube de sortie du mélange gazeux.
h₁, h₂ - Dispositifs de réchauffage.
i - Papillon des gaz.

Tube d'alimentation du carburateur. - Ce tube fait communiquer le réservoir à essence avec le carburateur. Il est muni d'un robinet de commande et, parfois aussi, d'un filtre empêchant les impuretés mêlées à l'essence de pénétrer dans le carburateur.

Carburateur. - Le carburateur effectue le mélange de vapeur d'essence et d'air atmosphérique dans une proportion correspondant à une composition optima qui sera ultérieurement définie.

Il comprend essentiellement :

1 g essence
 20 g air

le vase à niveau constant;
 la chambre de carburation, les tubes d'aspiration
 d'air et d'essence, le tube de sortie du mélange gazeux;
 le dispositif de réchauffage.

Vase à niveau constant. - Le vase à niveau constant est un récipient cylindrique, dans lequel le niveau de l'essence peut être automatiquement maintenu à peu près invariable pour rendre les conditions d'arrivée de l'essence indépendantes du niveau du liquide dans le réservoir. Ce résultat est obtenu en mettant le pointeau dégageant et obturant l'accès de l'essence sous le contrôle d'un flotteur par l'intermédiaire de fléaux et de contrepoids.

Chambre de carburation. - Tubes d'aspiration d'air et d'essence. - Tube de sortie du mélange gazeux. - La chambre de carburation est la partie du carburateur où doit s'effectuer le mélange de vapeur d'essence et d'air. Elle est constituée généralement par un léger étranglement du tube d'aspiration d'air dans lequel vient déboucher l'extrémité (gicleur) du tube d'aspiration d'essence.

A sa partie supérieure, la chambre de carburation est reliée au collecteur par le tube de sortie du mélange gazeux, dont la section est susceptible d'être plus ou moins étranglée par l'accélérateur.

Accélérateur. - L'accélérateur fait varier le travail utilisable, que peut développer un moteur à explosion, en modifiant la masse de la cylindrée de mélange explosif par le jeu d'un obturateur réglable placé sur le tube de sortie des gaz. Cet obturateur réglable est, le plus souvent, constitué soit par un simple volet, mobile autour d'un axe contenu dans le plan de section droite du tube de sortie des gaz, soit par un tiroir cylindrique glissant suivant son axe ou tournant autour de cet axe.

Son mouvement est commandé par le jeu d'une pédale dite "pédale d'accélérateur", placée à proximité du pied du mécanicien.

Dispositif de réchauffage. - Le dispositif de réchauffage combat le refroidissement qui tend à se produire dans la cham-

bre de carburation, par suite de la dépression y régnant et de la vaporisation de l'essence.

L'air d'alimentation est, à cet effet, généralement prélevé le long du collecteur d'échappement par le tube d'aspiration d'air.

Fonctionnement du carburateur.-

La dépression qui prend naissance à l'intérieur du cylindre pendant le 1^{er} temps du cycle, se transmet par le collecteur d'admission et le tube de sortie du mélange gazeux à la chambre de carburation, où débouchent les tubes d'aspiration d'air et d'essence. Ces deux fluides, ainsi sollicités, s'écoulent dans la chambre de carburation.

L'essence, perlant à l'extrémité du gicleur entouré par le courant d'air, est entraînée par lui à l'état de brouillard. Les fines gouttelettes de liquide, qui constituent ce brouillard, empruntent alors au dispositif de réchauffage la chaleur nécessaire à leur vaporisation; puis se diffusent, à l'état de vapeurs, dans le courant d'air qui les emporte vers la chambre d'explosion.

§. 2 - COMPOSITION DU MÉLANGE GAZEUX.-

Le bon fonctionnement des moteurs à explosion exige que le mélange gazeux explosif possède une composition aussi constante que possible.

Dans les moteurs fonctionnant au benzol ou à l'essence de pétrole, cette composition doit comprendre respectivement en poids, pour le benzol et l'essence, 15 et 20 parties d'air contre une partie de carburant. Une telle composition rend, en effet, le mélange gazeux susceptible de donner le meilleur rendement, car elle assure la combustion complète du combustible avec le minimum pratiquement nécessaire de carburant.

Tout système de carburation cherchera donc à réaliser cette composition optima du mélange gazeux explosif, pour toute vitesse de fonctionnement du moteur.

Si nous admettons, en effet, le carburateur réglé pour obtenir la composition optima pour une vitesse de rotation déterminée du moteur, il est facile de se rendre compte que toute variation d'allure provoque une modification de la composition du mélange gazeux, par suite de la nature différente (liquide et air) de ses constituants. Supposons, en effet, un accroissement de la vitesse de rotation; la dépression dans le collecteur d'admission se trouve augmentée par suite de la succession plus rapide des périodes d'aspiration; la pression de l'air ainsi appelé tend à se mettre en équilibre et la masse ainsi introduite dans la chambre de carburation se trouve diminuée; par contre, l'aspiration agissant sur l'arrivées d'essence étant plus grande, la quantité de liquide s'écoulant par le gicleur augmente; ces deux phénomènes tendent, par suite, à détruire la composition optima réalisée précédemment; de même, en cas de ralentissement du moteur, les phénomènes inverses se produisent avec un résultat analogue.

La théorie et l'expérience confirment d'ailleurs pleinement ces prévisions qui démontrent la nécessité du carburateur automatique livrant au moteur un mélange gazeux d'une composition constante pour toutes les allures pratiquement utilisables de celui-ci, et pouvant varier entre 300 et 1800 tours, par exemple.

§. 3 - ÉTUDE DÉTAILLÉE DE LA CARBURATION.-

Pour préparer, à l'aide d'un carburateur à giclage, un mélange gazeux homogène, formé d'air et de vapeur d'essence de pétrole, il faut successivement :

- 1° - doser les constituants du mélange;
- 2° - vaporiser l'essence introduite à l'état liquide dans la chambre de carburation;
- 3° - assurer complètement la diffusion dans l'air aspiré de l'essence vaporisée.

Dosage des constituants du mélange.-

Représentons par :

h : la dépression régnant dans la chambre de carburation au niveau de l'extrémité supérieure du gicleur;

q et Q : les quantités d'essence et d'air débitées en 1 seconde par les tubes d'aspiration de ces 2 fluides;

s et S : les sections respectivement offertes à l'entrée de l'essence et de l'air dans la chambre de carburation;

k , k' et K : des coefficients caractéristiques de la substance, de la longueur, de la température du gicleur, etc...

Les lois physiques montrent que, à chaque instant, l'on a les relations :

$$q = k s^2 h \quad (\text{Loi de Poiseuille, des tubes capillaires}).$$

$$Q = k' S \sqrt{h} \quad (\text{Loi de Bernouilli}).$$

$$\text{d'où } \frac{q}{Q} = K \frac{s^2}{S} \sqrt{h}$$

Cette dernière relation nous montre :

1° - Que le rapport des quantités d'essence et d'air contenues dans un mélange préparé par un carburateur varie proportionnellement à la racine carrée de la dépression h qui s'exerce dans la chambre de carburation;

2° - Que, pour rendre ce rapport invariable, il faut, à chaque instant, modifier les sections S et s de façon à conserver à l'expression $\frac{s^2 \sqrt{h}}{S}$ une valeur constante.

Nous verrons bientôt comment ces conclusions sont mises à profit dans la conception des carburateurs automatiques.

Vaporisation de l'essence.-

Pour vaporiser utilement la quantité d'essence introduite par cycle dans le carburateur, il faut non seulement fournir à l'essence la quantité de chaleur nécessaire à son changement d'état, mais encore réaliser des conditions am-

biantes telles que ce changement d'état puisse s'effectuer en un laps de temps au plus égal à la durée normale des 2 premiers temps du cycle, c'est-à-dire en moins d'un vingtième de seconde (1) pour un moteur tournant à 1200 tours par minute. La rapidité avec laquelle ce phénomène physique doit s'accomplir exige que toutes les circonstances qui peuvent influer favorablement sur cet accomplissement, soient réalisées dans la chambre de carburation, pour y être mises à profit.

Si nous désignons par P le poids de liquide évaporé par seconde, par F la force élastique de la vapeur saturée à la température considérée, par f la force élastique à l'instant déterminé, par S la surface libre du liquide, par H la pression du milieu ambiant, la loi de Dalton nous donne :

$$P = \frac{B S}{H} (F - f)$$

B , coefficient dépendant du liquide, montrant ainsi que la vaporisation est d'autant plus rapide que :

1° la pression du milieu ambiant est plus faible, ce que l'on obtient par le retard à l'admission;

2° les gouttelettes débitées par le gicleur sont plus fines, parce qu'on augmente ainsi la surface de vaporisation;

3° la différence $F - f$ est plus grande.

Le tableau ci-après donne une idée de l'importance des variations de $F - f$ avec la température.

Températures	Force élastique maxima		Différences $F - f$	
	Essence	Benzol	Essence	Benzol
0 degré C	45 millim.	27 millim.	33 mill.	10 mill.
10 d°	74 d°	45 d°	62 d°	98 d°
20 d°	119 d°	77 d°	107 d°	60 d°
30 d°	184 d°	120 d°	172 d°	103 d°
40 d°	270 d°	188 d°	264 d°	171 d°
50 d°	401 d°	271 d°	389 d°	254 d°

(1) L'allumage se produit, en effet, un peu avant la fin du 2^e temps.

Ce tableau montre :

1° qu'en élevant de 0° à 30° centigrades la température de la chambre de carburation, on quintuple la vitesse de vaporisation de l'essence et on décuple celle du benzol;

2° que l'essence à 30° et le benzol à 40° ont la même vitesse de vaporisation.

De ces importants résultats théoriques, nous déduisons les conclusions pratiques suivantes :

1° Le réchauffage de la chambre de carburation est une condition indispensable à la bonne utilisation du carburant employé;

2° Ce réchauffage doit être plus énergique pour l'emploi du benzol que pour celui de l'essence;

3° La différence positive, qui doit exister entre les températures de régime d'un même carburateur fonctionnant au benzol ou à l'essence, paraît être environ de 10° C.

Diffusion des vapeurs d'essence dans l'air aspiré. -

Il ne suffit pas, pour obtenir d'un moteur donné tout le travail utilisable qu'il est susceptible de produire, de fournir à ce moteur, par cycle, la plus grande quantité possible d'un mélange explosif judicieusement dosé. Il faut encore que les vapeurs d'essence soient diffusées dans l'air, de façon que le mélange gazeux soit homogène en tous ses points, ce qui assurera sa combustion totale au moment de l'explosion. Or, des expériences spéciales ont montré que la vitesse de diffusion du mélange gazeux était d'autant plus grande que la température était plus élevée, et proportionnelle au carré des températures rapportées au zéro absolu égal à - 273° C.

C'est donc encore une raison pour réchauffer la chambre de carburation.

§. 4 - CARBURATEURS AUTOMATIQUES .-

L'expérience montre que la dépression h varie avec la vitesse du moteur et l'orientation du papillon d'étranglement des gaz dans le tube de sortie du mélange explosif; aussi, l'invariabilité de la composition de ce mélange ne peut-elle être obtenue que dans un carburateur muni de dispositifs réglant les sections S et s , de façon à maintenir constante l'expression $\frac{s^2}{S} \sqrt{h}$

Ces dispositifs, dont l'intervention est, le plus souvent, commandée par la variation même de la dépression, peuvent agir sur l'une ou l'autre des sections S et s , ou même sur ces deux sections à la fois; de sorte que les carburateurs qui en sont dotés, se classent en trois catégories distinctes suivant le mode de réglage adopté pour le dosage des constituants du mélange gazeux.

Ces trois catégories comprennent respectivement :

- les carburateurs à réglage d'air;
- les carburateurs à réglage d'essence;
- les carburateurs à réglage d'air et d'essence.

Nous allons, pour chacune de ces catégories, exposer succinctement une conception schématique possible du dispositif qui la caractérise, et indiquer ensuite quelques exemples des réalisations pratiques de ce mode de réglage.

Carburateurs à réglage d'air (fig. 31).

Dans les carburateurs de cette catégorie, souvent appelés aussi "carburateurs à air additionnel", la section d'appel d'air suit, en principe, automatiquement, les variations de la dépression h .

A cet effet, la chambre de carburation possède deux orifices d'appel d'air. L'un (orifice d'air constant) est continuellement ouvert; l'autre (orifice d'air additionnel) peut être obturé par une soupape qu'un ressort maintient appliquée sur son siège pour toute dépression inférieure à une limite correspondant au maximum de variation admissible dans la composition du mélange explosif.

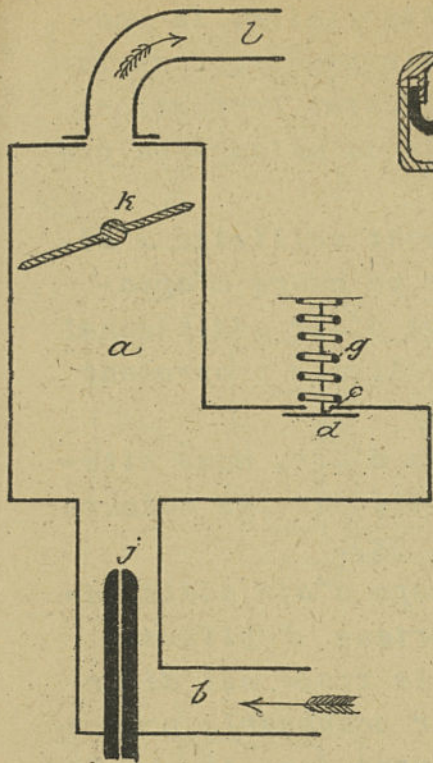


Fig. 31. Schéma du carburateur à air additionnel.

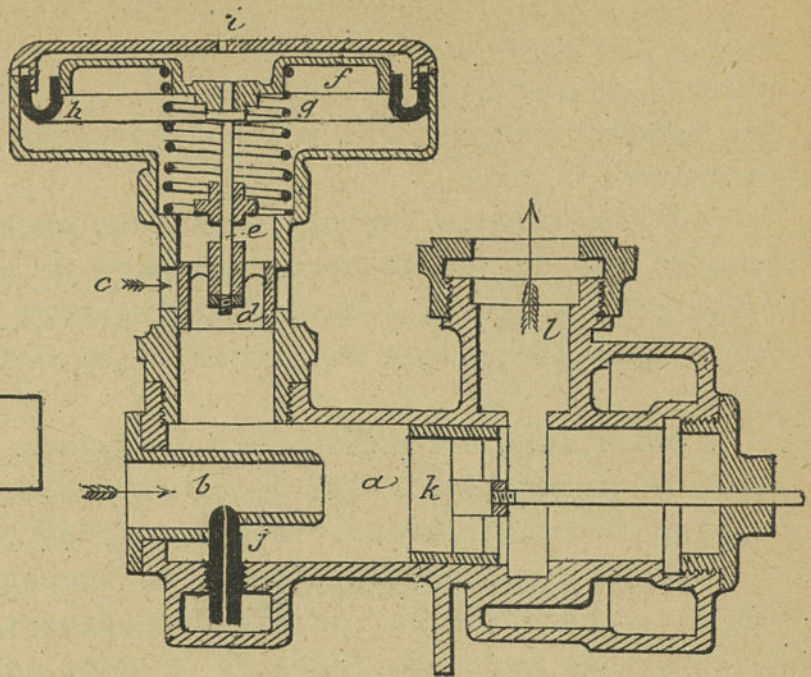


Fig. 32. Carburateur Krebs.

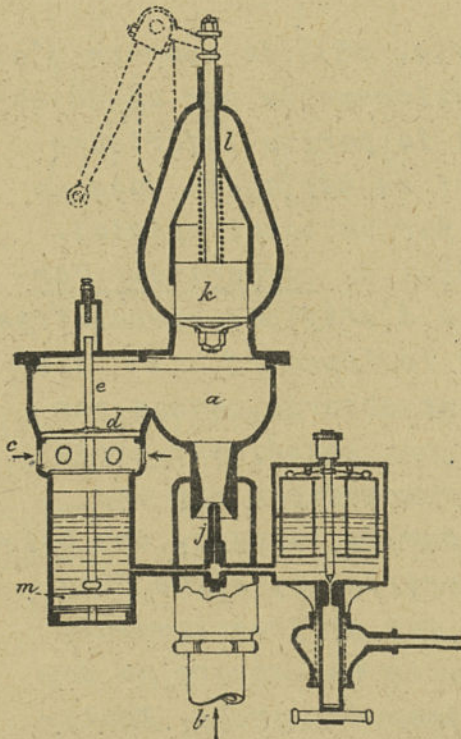


Fig. 33. Carburateur Renault

- a Chambre de carburation
- b Arrivée d'air constant
- c Arrivée d'air additionnel
- d Soupape d'air additionnel
- e Tige de commande de la soupape d.
- f Piston commandant la soupape d.
- g Ressort
- h Membrane en caoutchouc
- i Orifice de communication avec l'atmosphère.
- j Gicleur.
- k Papillon
- l Aspiration du moteur
- m Piston amortisseur.

Dès que la dépression surpasse cette limite, la soupape s'ouvre; une certaine quantité d'air pénètre dans la chambre de carburation, et ramène à de justes proportions les teneurs respectives des constituants du mélange en préparation.

Un des points les plus délicats ayant sollicité l'attention des différents constructeurs de ce genre d'appareils est la mise à l'abri de la soupape d'air additionnel des trépidations dues au moteur et au véhicule proprement dits.

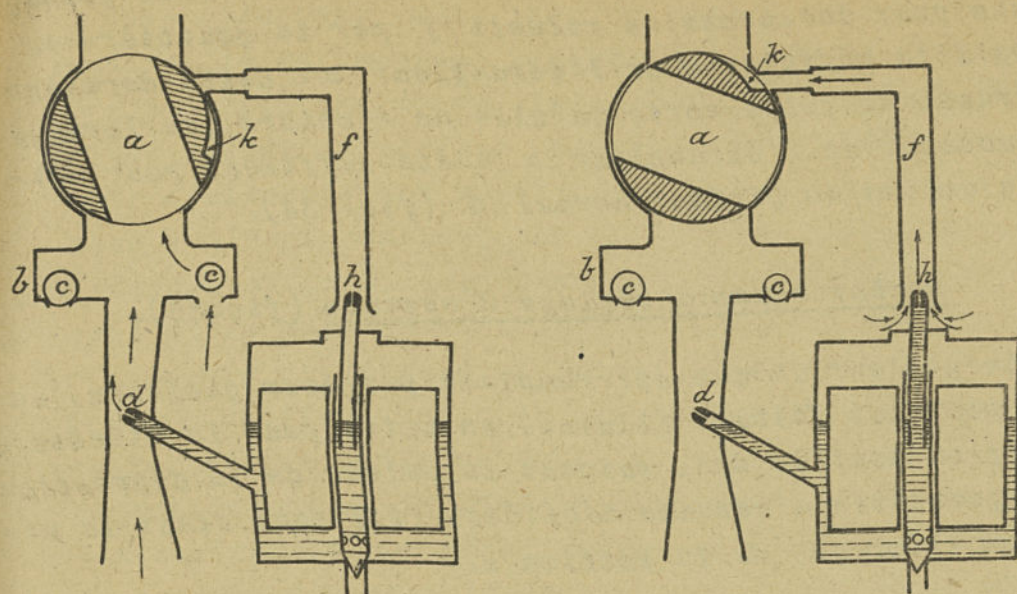
Comme type de carburateur à réglage d'air, nous citerons le carburateur Krebs (fig. 32), monté sur les moteurs Panhard et le carburateur Renault (fig. 33).

Dans le carburateur Krebs, la soupape d'air additionnel est constituée par un tiroir cylindrique *d* glissant dans un tube percé de fenêtres *c* dont le tracé est déterminé de façon à assurer un réglage d'air convenable pour toutes les valeurs de la dépression régnant dans la chambre de carburation *a*. Le mouvement est provoqué par l'action de cette dépression sur un piston *f*, de grand diamètre, équilibré grâce à cette grande dimension par un ressort antagoniste puissant qui met ainsi le tiroir obturateur *d* à l'abri des trépidations.

Dans le carburateur Renault (fig. 33), la soupape d'air additionnel est freinée dans ses déplacements par un dashpot constitué par un piston monté à la partie inférieure de la tige de guidage de celle-ci et se déplaçant dans un corps cylindrique rempli d'essence par un canal spécial.

Un dispositif ingénieux est celui du carburateur Jarnac (fig. 34), dans lequel une série d'orifices circulaires de diamètres croissants constituant le "Dosair" *b* et disposés à la périphérie d'une cage sont obturés chacun par une bille *C* de diamètre et de poids par conséquent croissants, guidées et freinées dans leur mouvement par une couronne de feutre située à mi-hauteur de la cage. Ces billes, en se soulevant, démasquent l'orifice qu'elles obturent; elles ne sont mises en action que progressivement, à mesure que la dépression augmente, ce qui assure un dosage correct suivant les divers régimes de marche. Toutefois, au ralenti à vide, l'étrangleur (papillon des gaz) étant presque fermé, la dépression est très faible à la

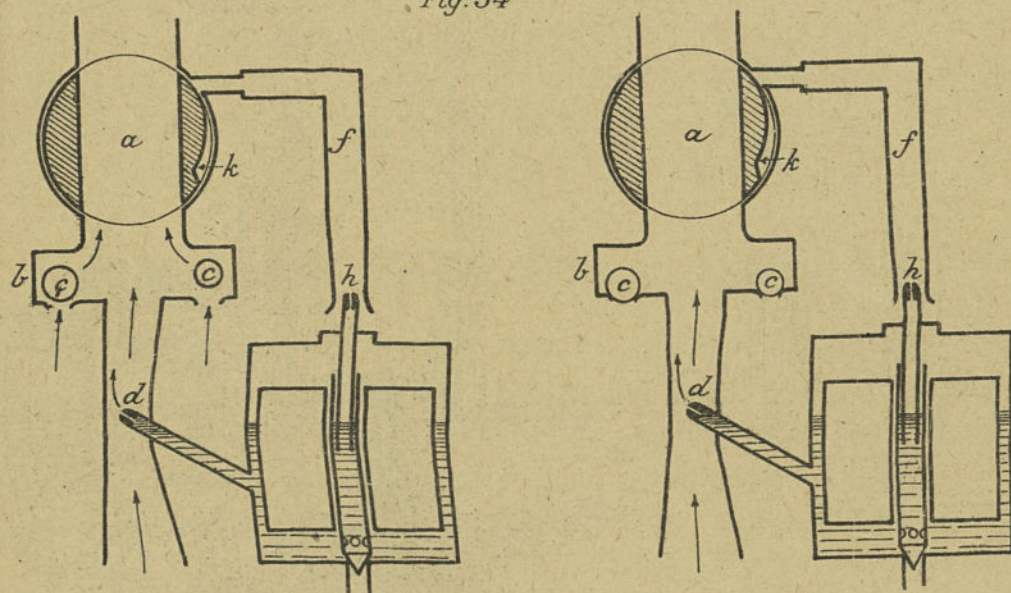
Carburateur Jarnac .



Démarrage

Fig. 34

Mise en route au ralenti

Marche normale en palier
(le moteur tourne vite)Marche normale en côte
(le moteur tourne lentement)

hauteur du gicleur, et celui-ci ne débite pas d'essence, tandis que la dépression est considérable au-dessus de l'étrangleur. On a profité de cette dépression pour y amener un mélange riche en essence par un gicleur spécial h, dit "gicleur de ralenti", puisant le liquide par le pointeau évidé à cet effet (fig. 34).

A la mise en route, et au ralenti à vide, qui se font le papillon presque fermé, la dépression qui règne dans la

canalisation d'admission se communique au canal de passage des gaz pour la marche au ralenti *f* par la gouttière *k* percée à la périphérie de l'étrangleur *a*. Cette dernière est tracée de telle sorte qu'elle ne s'obture que lorsque le mouvement de l'étrangleur *a* a été suffisant pour mettre en action le gicleur normal *d* (fig. 34).

Carburateurs à réglage d'essence (fig. 35).

Le gicleur unique est remplacé par deux gicleurs, un grand pour les faibles allures, un petit pour la vitesse de régime; on modifie donc suivant la valeur de la dépression *h* les quantités d'essence débitées, réalisant ainsi la variation théorique de la section *s*.

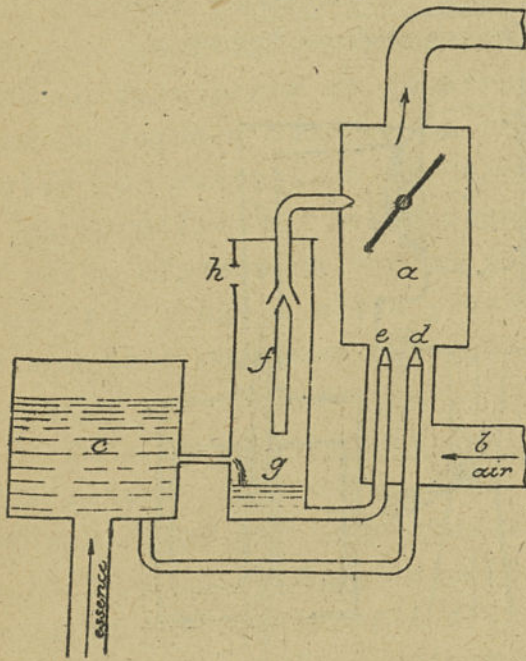


Fig. 35. — Schéma du carburateur à réglage d'essence.

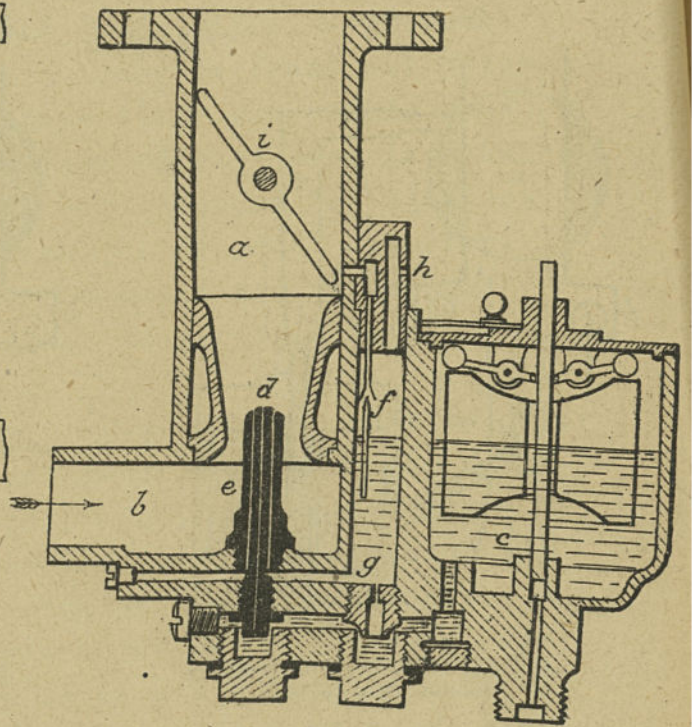


Fig. 36. — Carburateur Zenith.

a - Chambre de carburation.
b - Entrée d'air.
c - Vase à niveau constant.
d - Gicleur principal.
e - Gicleur auxiliaire.

f - Gicleur de ralenti et de mise en marche.
g - Réservoir d'alimentation du gicleur auxiliaire (pipe).
h - Orifice débouchant à l'air libre.
i - Papillon.

Nous citerons, comme type de carburateur à réglage d'essence, le carburateur Zénith, dans lequel les deux gicleurs sont concentriques. Le gicleur auxiliaire, formant couronne autour du gicleur normal, est alimenté par un réservoir d'alimentation auxiliaire, en communication avec le vase à niveau constant par un orifice de petite section; aux petites allures, les deux gicleurs fonctionnent comme un seul et le mélange est riche en essence; dès que le moteur augmente de vitesse et tourne à pleine admission, les 2 gicleurs débitent une plus grande quantité d'essence, mais alors la réserve contenue dans le réservoir auxiliaire s'épuise rapidement et le gicleur extérieur, ayant son alimentation tarie, voit son débit cesser et seul le gicleur central continue à amener l'essence dont la quantité totale, arrivant dans la chambre de carburation, se trouve réduite.

Dans le carburateur Zénith, un 3^e gicleur, dont l'extrémité débouche dans la chambre de carburation, à hauteur du papillon des gaz, pour la mise en marche et le ralenti, fonctionne comme il a été dit plus haut.

Carburateurs à réglage d'air et d'essence (fig. 37).

Les carburateurs de cette catégorie maintiennent la constance de la composition du mélange gazeux en faisant correspondre à chaque valeur de la dépression h , une valeur appropriée de chacune des sections S et s .

On peut imaginer facilement un tel mode de fonctionnement en supposant reliées par un levier du premier genre, la soupape automatique des carburateurs à air additionnel et une aiguille conique, concentriquement engagée dans l'orifice du gicleur. L'ouverture de la soupape automatique produit ainsi l'augmentation simultanée des masses d'air et d'essence introduites, et l'on conçoit que, par des dimensions judicieusement données, tant au siège de la soupape automatique et à la section du gicleur, qu'aux bras du levier et à la conicité de l'aiguille, il soit possible d'obtenir un dosage satisfaisant du mélange explosif, pour toute vitesse du moteur supérieure à une vitesse limite, au-dessous de laquelle les organes automatiques n'ont pas à intervenir.

Le carburateur Chenard et Walker (fig. 38) peut être considéré comme réalisant pratiquement le mode de réglage théorique qui vient d'être décrit.

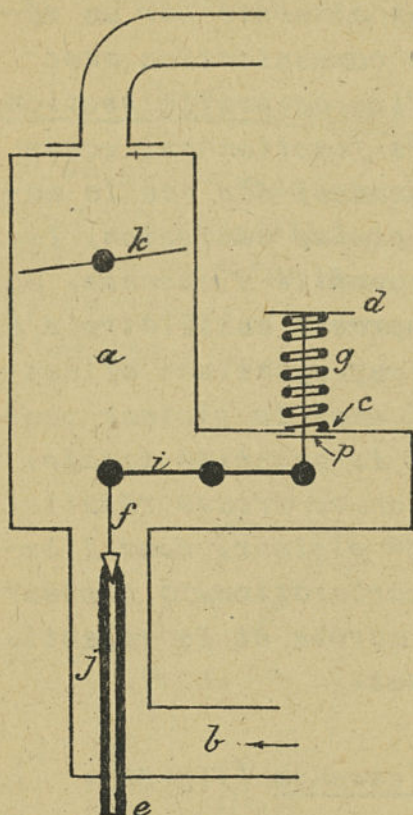


Fig. 37. - Schéma du carburateur à réglage d'air et d'essence.

- a. - Chambre de carburation.
 b. - Entrée d'air constant.
 c. - Orifice d'entrée d'air additionnel.
 d. - Piston réglant l'air additionnel et commandant l'aiguille f.
 e. - Arrivée d'essence.

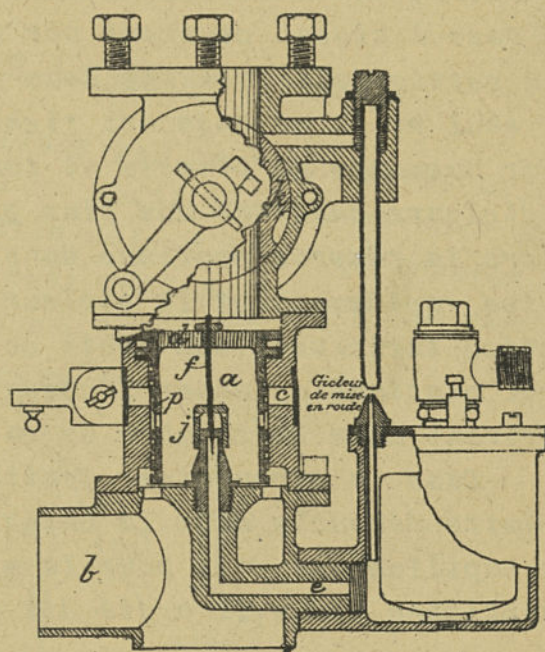


Fig. 38. - Carburateur Chenard et Walker.

- f. - Aiguille réglant le débit du gicleur.
 g. - Ressort.
 i. - Levier.
 j. - Gicleur.
 k. - Papillon.
 p. - Soupape d'air additionnel.

Le carburateur "Claudel" (fig. 39) appartient également à la catégorie des carburateurs à réglage d'essence et d'air, mais les procédés qu'il emploie pour ce réglage diffèrent de ceux précédemment indiqués.

Les variations théoriques des sections S et s sont, en effet, assurées dans cet appareil par l'action combinée de deux organes principaux : l'obturateur tournant (fig. 40) et le gicleur automatique à injection d'essence par entraînement (fig. 41).

L'obturateur tournant remplit trois fonctions essentielles :

il forme chambre de carburation;

il règle la section d'appel de l'air;

il joue le rôle de papillon des gaz commandé par accélérateur.

L'obturateur est constitué par un cylindre de bronze, tournant à frottement doux dans un logement (boisseau) engagé à l'intérieur du corps du carburateur, entre le tube d'aspiration d'air et le tube de sortie du mélange gazeux. Il est traversé, normalement à son axe de rotation, par un évidement formant chambre de carburation et qui, convenablement orienté, fait communiquer le tube d'aspiration d'air avec le tube de sortie du mélange gazeux. Une manette, reliée à un organe de commande directement actionné par le mécanicien-chauffeur, provoque la rotation de l'obturateur dans son logement. Cette rotation découvrant plus ou moins les deux orifices de l'évidement, lesquels constituent les sections d'appel d'air et de sortie du mélange gazeux, modifie simultanément, suivant une loi imposée par le tracé même de ces orifices, les valeurs que prennent les dépressions dans le tube d'aspiration d'air, la chambre de carburation et le tube de sortie du mélange gazeux.

Le gicleur automatique à injection d'air est monté dans le corps principal du carburateur, la tête engagée dans la chambre de carburation de l'obturateur tournant, le pied placé à l'intérieur du tube d'aspiration d'air. Il se compose de deux tubes concentriques : le gicleur proprement dit et le lanterneau.

Le gicleur proprement dit est placé à l'intérieur du lanterneau. Il communique, d'une part avec le vase à niveau constant, et débouche, d'autre part, un peu au-dessous de l'extrémité supérieure du lanterneau, vis-à-vis d'une butée convexe portée par ce dernier, et chargée de briser, puis de réduire, en fines gouttelettes, le jet d'essence sortant du tube central.

Le lanterneau est percé latéralement, près de chacune de ses extrémités, de plusieurs orifices. Les orifices supérieurs livrent passage à l'essence qui jaillit du gicleur central, ainsi qu'à l'air introduit par les orifices inférieurs dans l'espace annulaire séparant les deux tubes.

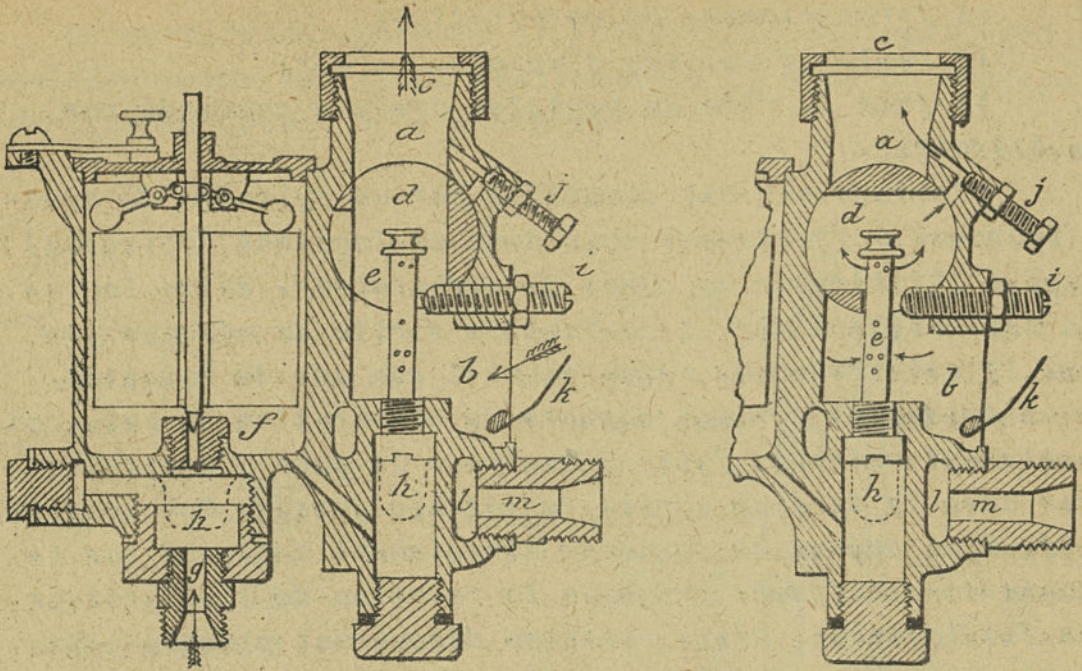


Fig. 39. - Carburateur Claudel

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| a: Chambre de carburation | h: Filtres |
| b: Tube d'appel d'air | i: Vis de réglage |
| c: Tube de sortie du mélange gazeux | j: Vis de réglage des gaz au ralenti |
| d: Obturateur | k: Volet de démarrage |
| e: Gicleur | l: Gaine de réchauffage |
| f: Vase à niveau constant | m: Tube de circulation d'eau |
| g: Arrivée d'essence | |

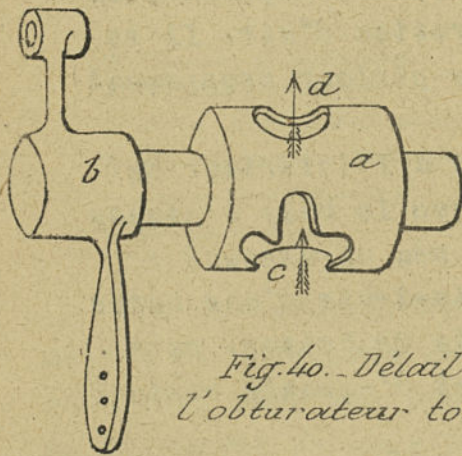


Fig. 40. - Détail de l'obturateur tournant

- | |
|--|
| a: Obturateur tournant |
| b: Manette de commande |
| c: Section d'appel d'air |
| d: Section de sortie du mélange gazeux |

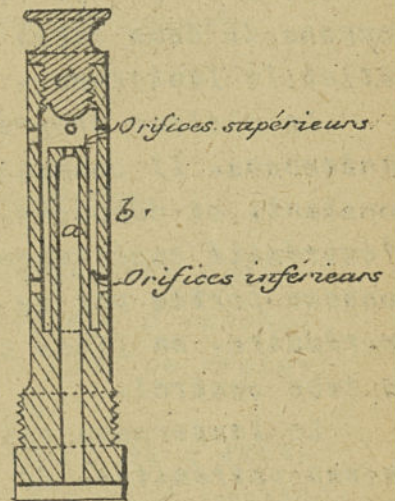


Fig. 41. - Détail du gicleur

- | |
|--------------------|
| a: Gicleur central |
| b: Lanterneau |
| c: Butée convexe |

Fonctionnement. - Quand le moteur développe par cycle tout le travail mécanique qu'il peut produire, l'obturateur tournant, dont l'orientation règle l'admission du mélange gazeux, est complètement ouvert. Les pressions du milieu ambiant sur les deux groupes d'orifices du gicleur sont alors si voisines l'une de l'autre que le courant d'air, qui prend naissance à l'intérieur du tube à section annulaire, sous l'influence de leur inégalité est absolument négligeable; le gicleur automatique fonctionne comme un gicleur ordinaire (fig. de gauche).

Lorsqu'au contraire la diminution du travail mécanique demandé par cycle au moteur nécessite une moindre admission de mélange gazeux, l'obturateur tournant se ferme partiellement pour étrangler les gaz à leur sortie de la chambre de carburation et réduire en même temps la section d'appel d'air. Cette réduction s'opérant vers le milieu de la hauteur du gicleur, l'air qui entre par *b* est aspiré par les orifices inférieurs du lanterneau, d'où il ressort par les fenêtres supérieures (fig. de droite).

Le violent courant d'air qui s'établit ainsi dans le lanterneau entraîne, par succion, une grande quantité d'essence; on obtient ainsi un débit d'essence plus considérable aux faibles allures et un gaz pauvre aux grandes vitesses de rotation.

Pour la marche au ralenti, lorsque l'orifice de sortie des gaz se trouve complètement fermé, la communication entre la chambre de carburation et le moteur est assurée par la canalisation dérivée dont le débit est réglé par la vis *J*.

Dans le carburateur Solex (Tracteurs Latil), (fig. 42) le gicleur de ralenti est constitué par un fin ajutage *g* vissé à l'extrémité d'une canalisation *l* placée suivant l'axe du vase à niveau constant *O* et dans laquelle pénètre l'essence par des orifices ménagés à sa base. A la position du ralenti (celle de la fig. 42), l'aspiration ne peut agir que sur ce gicleur en soulevant, d'autre part, la bille *R* qui forme soupape et fournit l'air nécessaire à la carburation. Au moment de la mise en marche, cette bille, par suite de la faiblesse de la dépression, reste sur son siège et l'opération se trouve ainsi grandement facilitée par la richesse du mélange introduit dans le moteur, l'air n'entrant que par la fente *d*.

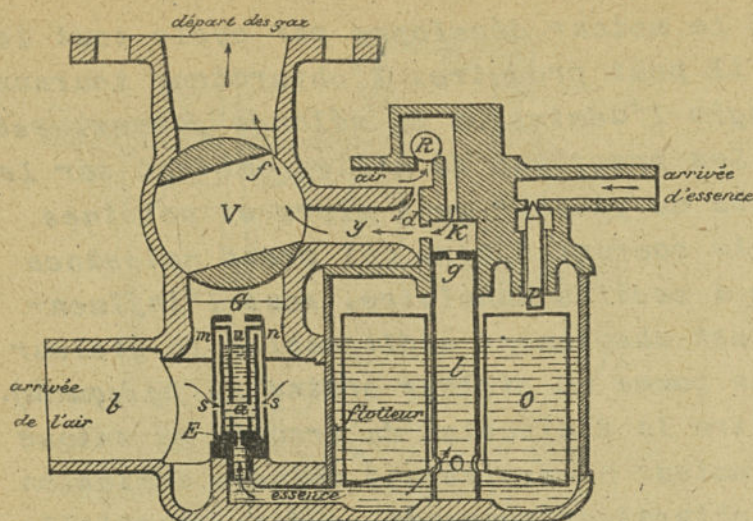


Fig. 42. Carburateur Solex.

Le papillon des gaz est à la position du ralenti.

Une fois pour toutes et l'essence par le gicleur principal G dont l'ajutage calibré E se trouve à la base. Ce gicleur ayant son extrémité supérieure au-delà de l'étranglement mn, par suite de la perte de charge en résultant, la dépression sera plus forte en a qu'en b. Une certaine quantité d'air appelée en a va donc pénétrer par S et viendra favoriser la vaporisation et la diffusion de l'essence en s'écoulant par u.

Comme pendant le ralenti, le niveau de l'essence monte à une certaine hauteur en u et dans le porte gicleur qui entoure celui-ci, un excès d'essence disponible lors de l'ouverture du papillon obturateur facilitera les reprises. Cette réserve fonctionnera et s'épuisera comme celle du gicleur compensateur du Zénith.

§. 5 - LES ECONOMISEURS. -

Les carburateurs automatiques ne peuvent, bien entendu, donner qu'une solution approchée; ils sont, en effet, réglés une fois pour toutes, et de façon à permettre un départ facile, le moteur étant froid, c'est-à-dire avec une essence qui, aspirée lentement, doit gicler en quantité suffisante pour permettre un mélange suffisamment riche malgré une va-

porisation et une diffusion défectueuses; il en résulte que, lorsque le moteur est chaud, c'est-à-dire lorsqu'il utilise mieux l'essence introduite dans le cylindre, la consommation est trop élevée; de là l'idée d'adjoindre au moteur une soupape d'air additionnelle non automatique, celle-ci permettant, aux grandes allures et après une certaine durée de marche, d'obtenir, dans les meilleures conditions, un fonctionnement aussi économique que possible. La diminution de la consommation avec une prise d'air commandée établie dans ces conditions, atteint facilement 10 à 20 % et le rendement est meilleur, l'explosion plus nerveuse et aussi la cylindrée plus complète, grâce à cette admission d'air supplémentaire.

§. 6 - PANNES DE CARBURATEUR.-

Les causes qui peuvent troubler l'alimentation en gaz du moteur peuvent être le fait du réservoir à essence, du tuyau d'alimentation ou du carburateur proprement dit, où il faut les rechercher.

Le réservoir peut être vide; c'est une panne fréquente, contre laquelle il suffit d'admettre, comme un principe immuable, que l'on doit toujours avoir sur chaque voiture un bidon plein auquel on ne doit avoir recours qu'au cas de nécessité absolue.

Même lorsque le réservoir est plein, l'essence peut ne pas arriver si le trou d'air que porte le bouchon est obturé, car il se forme alors à l'intérieur du réservoir un vide barométrique qui empêche tout écoulement.

Le réservoir peut être percé; dans ce cas, il y a lieu, avant de faire la soudure nécessaire, de s'assurer qu'il ne reste plus aucune trace d'essence à l'intérieur, faute de quoi une explosion est toujours à craindre.

La tuyauterie d'essence, par suite des trépidations, peut se briser ou se fissurer, en particulier dans les coudes.

Dans ce cas, en cours de route, le mieux est de constituer une sorte de mastie avec de la terre glaise et de l'eau et de l'appliquer en le maintenant avec quelques tours de toile, si l'approvisionnement du coffre à outils ne comporte pas une section de tube en caoutchouc spécial inattaquable par l'essence (Durite). Pour prévoir un tel accident, le plus simple est d'empêcher le tube de vibrer en le maintenant solidement contre la carrosserie et le châssis. La tuyauterie comporte généralement, à l'une de ses extrémités, un tamis qui peut s'obturer par suite des impuretés contenues dans l'essence; dans ce cas, le moteur s'arrête brusquement sans cause apparente, puis peut être remis en route au bout de quelque temps, jusqu'à un nouvel arrêt, lorsque la quantité d'essence ayant filtré pendant la 1^{ère} période de repos sera épuisée. Pour éviter un tel incident, il suffit d'avoir la précaution de se servir, pour le remplissage, d'un entonnoir à tamis très fin.

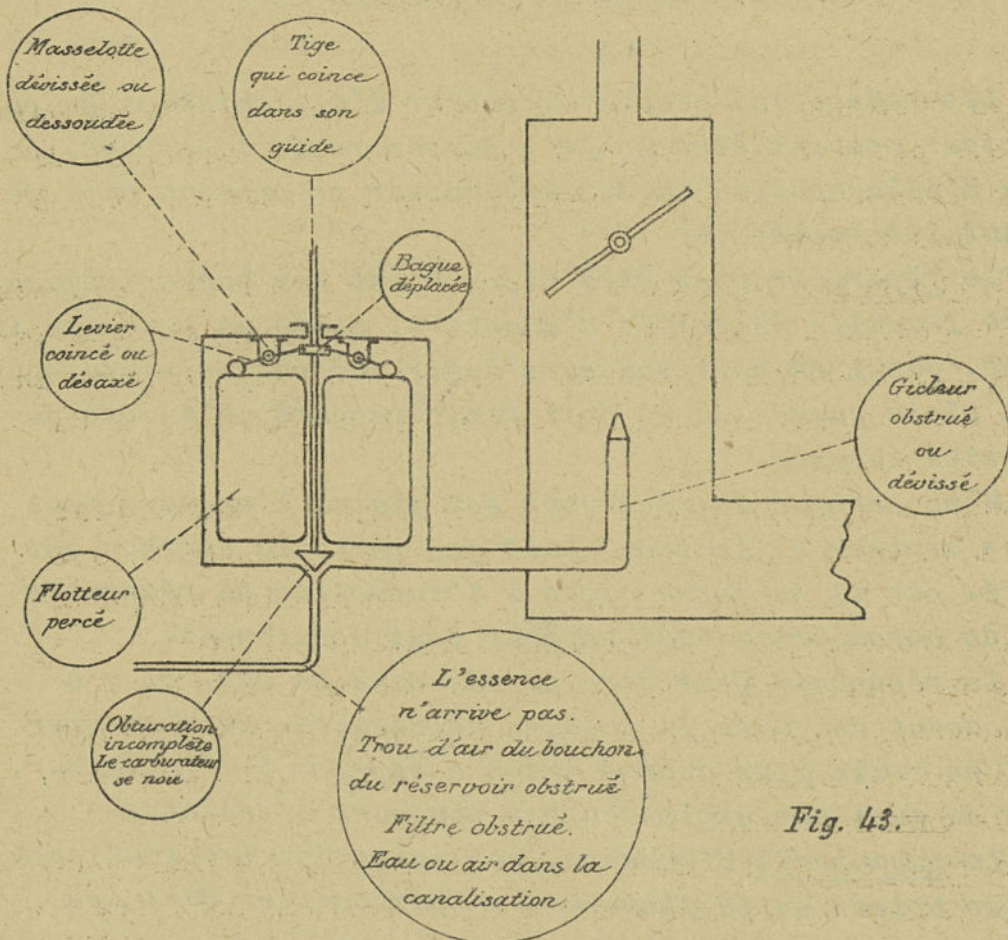


Fig. 43.

Le flotteur peut être peroé; l'essence y pénètre; il devient trop lourd pour agir sur le pointeau et fermer ainsi l'arrivée d'essence; le carburateur se noie, l'essence remplit le vase (qui doit être à niveau constant), déborde et se répand, généralement par le gicleur, ce dont l'on se rend compte facilement par l'odeur dégagée : il faut boucher le trou par une goutte de soudure, sans trop l'alourdir; le plus difficile est de le trouver, car il est généralement très fin. Le plus simple est de plonger le flotteur entièrement dans l'eau chaude; on voit immédiatement l'essence vaporisée s'échapper en formant des bulles. En route, on peut se contenter de frotter la partie détériorée avec du savon de Marseille insoluble dans l'essence, ce qui permet de rentrer normalement.

Les mêmes symptômes peuvent être l'indice d'un pointeau n'assurant pas la fermeture absolue de l'arrivée d'essence; il suffit alors de le poser sur son siège et de frapper quelques légers coups de marteau bien suivant son axe.

Un des fléaux portant les contrepoids équilibrants du flotteur peut avoir son axe faussé, cassé ou tombé; dans ce cas, il faut remplacer l'axe par une goupille que l'on rive soigneusement à ses extrémités.

Le diamètre du gicleur, calculé au vingtième de millimètre, peut ne pas convenir, ce qui se présente lorsque l'on monte un nouveau carburateur sur un moteur déjà existant. Si le gicleur ne débite pas assez, ce qui se manifeste par un manque de nervosité du moteur, par des ratés, il y a lieu d'essayer tout d'abord d'aléser le gicleur avec une fine tige d'acier sans forcer; si cela ne suffit pas, on passe dans le canal la tige d'acier dont il est question précédemment, sur laquelle on force légèrement et avec précaution. Si, au contraire, le gicleur débite trop, ce qui se reconnaît à ce que le moteur chauffe, dégage par le pot d'échappement une fumée noirâtre, et a tendance à s'étouffer, il y a lieu de rétrécir l'orifice du gicleur, en maintenant très légèrement la tête de la pièce.

Le carburateur peut être le siège de phénomènes qui, pour le chauffeur non prévenu, paraissent terrifiants. Ce sont : les explosions intérieures et retour de flammes : il sort du carburateur une fumée noire, sa température s'élève, l'essence s'enflamme : il suffit de fermer le robinet

d'arrivées d'essence. Cet incident peut être dû au dérèglement des soupapes ne reposant pas complètement sur leur siège, soit que par la soupape d'aspiration non fermée, l'explosion se transmette dans le collecteur d'admission et au carburateur, soit que, par la fermeture incomplète de la soupape d'échappement, une partie de l'aspiration amène dans le cylindre des gaz allumés, chassés précédemment dans le tuyau d'échappement.

Les retours de flamme au carburateur peuvent provoquer un incendie dont les résultats peuvent toujours être fatals à la voiture; une épaisse fumée qui se dégage avertit du danger; il faut alors, sans délai :

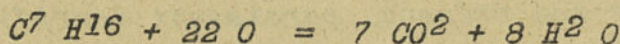
- 1° Fermer le robinet d'essence;
- 2° Enlever le capot afin qu'il ne s'établisse pas de tirage vers l'arrière de la voiture;
- 3° Jeter des chiffons mouillés sur le carburateur;
- 4° Si l'incendie se propage, ne pas hésiter à aveugler la flamme en jetant des mottes de terre aux endroits particulièrement en danger, quels qu'ils soient.

§. 7 - CARBURANTS .-

Les carburants les plus employés sont : l'Essence extraite du Pétrole, et le Benzol extrait de la Houille.

Essence. - L'Essence provient de la distillation fractionnée des huiles de Pétroles russes, roumains ou américains.

Elle s'obtient par condensation des vapeurs obtenues entre 75 et 120°. Elle est constituée principalement par un mélange de carbures d'hydrogène saturés de la série $C^n H^{2n+2}$ et, en majeure partie, par l'Heptane $C^7 H^{16}$ qui brûle suivant l'équation chimique :



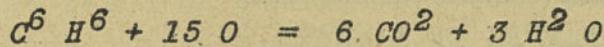
Le calcul indique qu'il faut 15 gr d'air pour brûler 1 gr. d'Heptane; mais, en réalité, l'expérience montre que,

pour obtenir la combustion complète, il faut 20 gr d'air pour 1 gr d'essence.

Toutefois, le mélange continue à être explosif tant que les proportions du mélange sont comprises entre 5 et 25 gr d'air pour 1 gr d'essence.

L'essence est un liquide incolore dont la densité varie de 0,710 à 0,720 à 15° C, qui bout à 50° et se solidifie à - 100°.

Benzol. - Le Benzol s'obtient en recueillant les parties légères de la distillation de la houille. Comme l'Essence, c'est un mélange de divers carbures d'hydrogène, dont le principal est la Benzine qui entre dans sa composition pour 84 % et dont l'équation de combustion est :



L'expérience montre qu'il faut 15 gr d'air pour brûler complètement 1 gr de Benzol.

Le Benzol est un liquide incolore, de densité = 0,880 d'une odeur spéciale, qui bout à 80° et se solidifie à - 7°, ce qui fournit la raison pour laquelle le Benzol est toujours livré mélangé à 15 ou 20 % d'essence, pour abaisser le point de solidification.

De ces dernières données, résultent les principales modifications à apporter à un carburateur réglé par l'essence, afin de pouvoir l'alimenter avec du Benzol.

1° Réduire le diamètre du gicleur dans le rapport des densités : 1/10 environ.

2° Lester le flotteur de façon à le faire affleurer à la même hauteur qu'en le plongeant dans l'essence.

CHAPITRE IV.

SYSTEME D'ALLUMAGE. -GENERALITES SUR L'ALLUMAGE DES MELANGES GAZEUX EXPLOSIFS.ORGANES CONSTITUTIFS D'UN SYSTEME D'ALLUMAGE
ELECTRIQUE DE MOTEUR A EXPLOSION.DESCRIPTION D'UNE MAGNETO A ETINCELLE DIRECTE.CALAGE D'UNE MAGNETO.PANNES DE MAGNETO. -§. 1 - GENERALITES SUR L'ALLUMAGE DES MELANGES GAZEUX
EXPLOSIFS.

On appelle système d'allumage l'ensemble des organes accessoires du moteur chargés de mettre le feu, en temps opportun, au mélange gazeux explosif.

Dans la presque totalité des moteurs à explosion actionnant les véhicules automobiles, cette inflammation est provoquée par une étincelle électrique qui vient éclater à l'intérieur de la chambre d'explosion, entre les extrémités voisines de deux conducteurs métalliques (électrodes), respectivement reliés à l'un et à l'autre pôle d'un appareil producteur d'électricité.

La chaleur, dégagée par l'étincelle, porte à une très haute température les molécules gazeuses avoisinantes. Celles-ci, en s'enflammant, communiquent le feu aux molécules avec lesquelles elles se trouvent en contact. La combustion se propage ainsi, par tranches successives, dans la masse du mélange explosif, avec une vitesse qui dépend à la fois de la nature et de l'état du mélange, de la structure et de la température des parois internes de la chambre d'ex-

plosion, mais qui, d'après les plus récentes expériences, paraît ne pas surpasser un maximum de 10 mètres à la seconde, dans les moteurs alimentés avec de l'air carburé par de la vapeur d'essence de pétrole.

L'explosion doit se produire à un instant tel qu'elle soit susceptible de donner le maximum d'effet utile : l'expérience démontre qu'il y a avantage à ce que la combustion du mélange gazeux soit terminée non au début du 3^e temps, ainsi que la théorie générale le laisse prévoir, mais un peu après, au moment où le maneton de l'arbre vilebrequin a dépassé d'environ 20° la ligne des points morts : il faut donc déclancher les commandes donnant lieu à l'étincelle électrique, un certain temps avant le passage du maneton au point défini ci-dessus, de façon à tenir compte :

1° des retards d'origine mécanique qui se produisent entre la commande d'allumage (point d'allumage apparent) et l'apparition de l'étincelle (point d'allumage réel).

2° du temps qui s'écoule entre la production de l'étincelle et l'inflammation totale de la cylindrée.

Par analogie à ce qui est fait pour le réglage de la distribution, les laps de temps définis ci-dessus, peuvent être exprimés en degrés de rotation de l'arbre vilebrequin.

Si, dans ces conditions, nous appelons d et d' les angles corres-

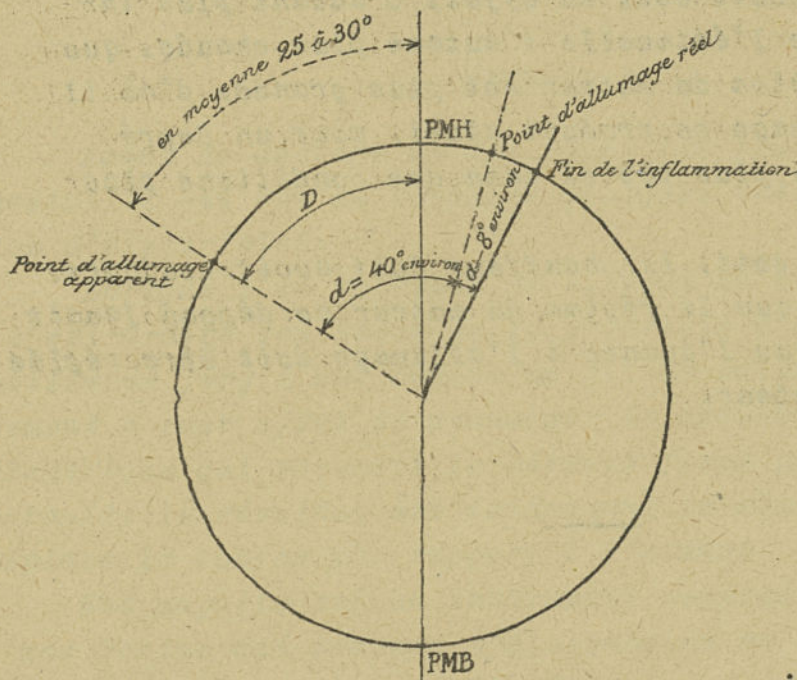


Fig. 44

pondants à la durée des commandes mécaniques d'une part, et des phénomènes d'inflammation d'autre part, nous voyons que l'entrée en action de la commande mécanique de l'allumage doit précéder l'arrivée du

maneton au point mort haut, fin théorique de la compression,

d'un certain laps de temps qui peut aussi être évalué en écart angulaire D appelé "angle d'avance à l'allumage" tel que : $D = \alpha + \alpha' - 20^\circ$. (fig.44).

Il résulte de ce qui précède que l'angle d'avance et son réglage sont nécessairement variables avec la vitesse de rotation du moteur, puisque les laps de temps considérés sont invariables en valeur absolue, alors que le nombre de degrés parcourus pendant l'unité de temps par le maneton d'arbre vilebrequin change; comme, d'autre part, la vitesse de propagation d'inflammation varie avec la densité, la pression et la nature du mélange gazeux, on conçoit facilement que la question du réglage de l'avance est assez délicate et exige, de la part du conducteur, une grande attention et une grande habitude.

En pratique, cette avance est, en moyenne, de 25 à 30° et, pour les moteurs de puissance inférieure à $15/20$ HP, on règle l'avance une fois pour toutes et on la fixe à une de ces valeurs d'une manière invariable.

Cette simplification, apportée à la conduite du moteur, est rendue possible par la propriété qu'a l'étincelle de la magnéto de jouir d'une certaine automaticité propre qui la règle d'elle-même sur l'allure du moteur.

Le courant produit est, en effet, d'autant plus intense, et par suite l'étincelle d'autant plus chaude, que la vitesse de rotation du moteur est plus grande, d'où il résulte que l'allumage se produit ainsi, pour un degré d'avance déterminé, plus tôt et dans des conditions plus favorables.

Quoi qu'il en soit, le chauffeur doit avoir toujours présent à l'esprit que le régime du moteur ne dépend jamais de l'avance, mais que l'avance à l'allumage doit être réglée sur le régime du moteur.

§. 2 - ORGANES CONSTITUTIFS D'UN SYSTEME D'ALLUMAGE
ELECTRIQUE DE MOTEUR A EXPLOSION.-

On distingue, dans un système d'allumage électrique de moteur polycylindrique, six organes essentiels :

- le générateur d'électricité;
- le transformateur de tension;
- le rupteur;
- le distributeur;
- la bougie;
- le mécanisme réglant l'angle d'avance à l'allumage.

Générateurs d'électricité.

Les générateurs d'électricité entrant dans la constitution du système d'allumage d'un moteur à explosion peuvent être de 2 natures : ELECTRO-CHIMIQUES (piles, accumulateurs), ELECTRO-MECANIQUES (magnéto à basse tension et rupteurs - magnéto à haute tension et éclateurs).

Seule, la Magnéto à haute tension est employée aujourd'hui, tous les autres systèmes n'ayant plus qu'un intérêt historique.

Magnéto.-

Avant de décrire un des types les plus courants de magnéto, il est bon de rappeler quelques notions fondamentales d'électricité.

Lorsque l'on approche ou éloigne un barreau aimanté (c'est-à-dire jouissant de la propriété d'attirer la limaille de fer) d'une bobine de fil de cuivre isolé, ce mouvement a pour effet de provoquer la naissance d'un courant électrique qui parcourt le circuit formé par le fil ainsi enroulé; le résultat est évidemment le même lorsque l'on déplace la bobine par rapport à l'aimant.

Une magnéto est un instrument composé d'un aimant et d'une bobine qui peuvent s'éloigner ou se rapprocher, produisant ainsi un courant électrique.

Trois solutions se présentent alors pour réaliser mé-

caniquement le problème ainsi posé :

1° Etablir une machine dans laquelle la bobine est fixe et l'aimant mobile, solution non employée en automobilisme;

2° Déplacer une bobine par rapport à un aimant fixe; c'est la solution la plus généralement adoptée.

3° Interposer, à intervalles réguliers, entre l'aimant et la bobine, tous deux fixes, un volet métallique tournant, très perméable au fluide, qui réalise ainsi entre eux deux un rapprochement artificiel, grâce à sa grande conductibilité du fluide magnétique (magnéto à volet tournant).

La seconde solution, la plus employée, correspond à la magnéto à aimant (Inducteur) fixe et à bobine (Induit) tournant, et nous allons seule l'étudier en détail.

Une magnéto se compose d'un inducteur formé d'aimants permanents en fer à cheval, en acier spécial, terminés par deux pièces polaires en fonte douce et d'un induit constitué par un noyau de fer doux, muni de deux têtes formant I et sur lequel est enroulé un fil conducteur de cuivre, isolé par une mince couche de vernis (fig. 45).

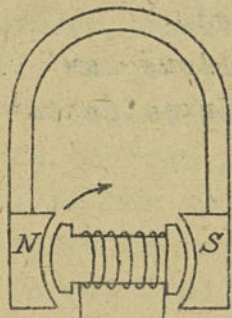


Fig. 45

L'induit peut être mû par le moteur qui le fait tourner perpendiculairement au plan des spires de l'enroulement.

Dans ces conditions, considérons notre bobine dans une position telle que les 2 têtes du double T en fer doux se trouvent en face de chacun des pôles des aimants (fig. 46 A); faisons alors tourner la bobine dans le sens de la flèche, de manière à amener le noyau de fer doux dans une position perpendiculaire à celle précédemment dé-

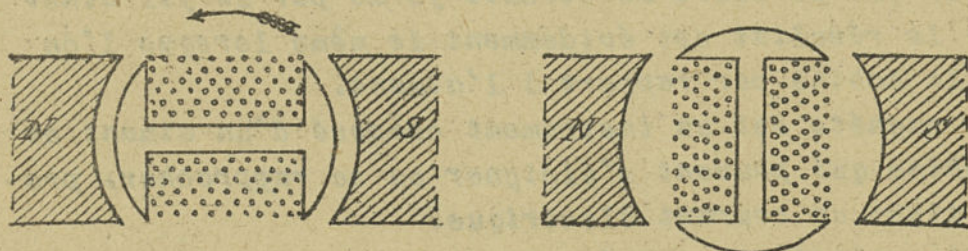


Fig. A

Fig. 46

Fig. B

finie (fig. 46 B) : dans ce mouvement, tout se passe comme si nous avons éloigné la bobine de l'aimant, puisque, aux têtes de fer doux nous avons, entre la bobine et l'aimant, substitué une couche d'air 20.000 fois moins perméable au fluide magnétique que le fer doux. Le phénomène continue à se produire ainsi à chaque rotation de 90° de l'induit, d'où naissance d'un courant qu'il s'agit d'utiliser.

Ainsi établie, une magnéto possède, au régime normal, une force électromotrice maxima de 60 volts en général.

Nécessité d'un transformateur de tension. - Si l'on tient compte de ce fait que, pour faire franchir par une étincelle électrique un intervalle de 0 mm 5 ménagé entre deux conducteurs métalliques (électrodes), placés à l'intérieur d'un gaz comprimé à 5 atmosphères, il faut que ces conducteurs soient reliés aux 2 pôles d'une source d'électricité possédant une force électro-motrice d'environ 15.000 volts, on voit qu'il est nécessaire d'interposer, entre le générateur précédent et les électrodes, un élévateur de tension, qui porte le nom de transformateur.

Transformateur. -

Cet organe utilise la propriété que possède un courant électrique (courant primaire), parcourant une bobine, de développer, dans une bobine voisine de la première, un second courant (courant secondaire) correspondant à chaque variation de l'état électrique du premier circuit. Le courant secondaire est susceptible d'être très différent du primaire qui lui donne naissance, tout en étant, par rapport à celui-ci, tel que ce qu'il gagnera en qualité (voltage), il le perdra en quantité (ampérage). Cette transformation est analogue à celle dont est susceptible une veine liquide qui s'écoule mollement à l'extrémité d'un tuyau et qui peut devenir un mince filet nerveux et énergétique par l'adjonction, à l'extrémité du tuyau, d'un ajustage de faible diamètre (lance d'arrosage). En électricité, ce résultat s'obtient par un choix judicieux des dimensions du fil constitutif des deux bobinages. Un fil long et fin

sera parcouru par un courant à haute tension et de faible intensité, ces deux qualités se trouvant inversées par l'emploi d'un fil gros et court.

On voit donc que le transformateur de courant doit se composer essentiellement :

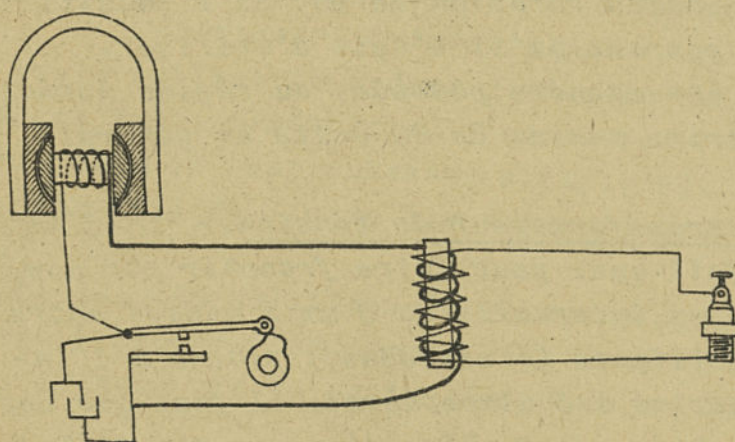


Fig 47. Schéma d'allumage par magnéto avec transformateur séparé.

- 1°) d'une série de spires de gros fil isolé (enroulement primaire) inséré dans le circuit d'une magnéto;
- 2°) d'une série d'un grand nombre de spires de fil très fin (enroulement secondaire) dont les

extrémités aboutissent aux deux électrodes entre lesquelles doit jaillir l'étincelle (fig. 47).

Le courant de la magnéto passe dans le fil primaire, et un rupteur, commandé par une came, coupe ce courant au moment où il passe par un maximum (noyau de l'induit voisin de la verticale) pour produire, dans le circuit secondaire, un courant d'induction mutuelle à haut voltage, capable de donner une étincelle aux électrodes. Ce courant résulte de la brusque et importante variation de l'état électrique du premier circuit, par suite du passage du courant qui le parcourait, de sa valeur maxima à zéro.

Pour empêcher la dégradation rapide des pointes de platine du rupteur, résultant de la formation d'étincelles d'extra-courant de rupture, produites par un courant de self-induction, un condensateur C est installé en dérivation du circuit primaire (1).

(1) Le Courant de rupture qui est de même sens que le courant primitif peut être comparé au "Coup de bélier" produit par l'arrêt brusque d'un courant d'eau à la suite de la fermeture d'un robinet : la pression dans la conduite augmente tout à coup pour redevenir immédiatement après normale.

L'amortissement par "Condensateur" est assimilable au

Pour éviter une surtension dangereuse pour les matériaux, au cas où l'étincelle cesserait d'éclater entre les électrodes, un parafoudre P formé de pointes métalliques convenablement écartées est installé en dérivation sur le secondaire.

Rupteur. -

Le rupteur (fig. 48), dont il vient d'être question, est, en général, à commande mécanique, et se compose, d'une part, d'une lame de ressort portant un grain de platine et

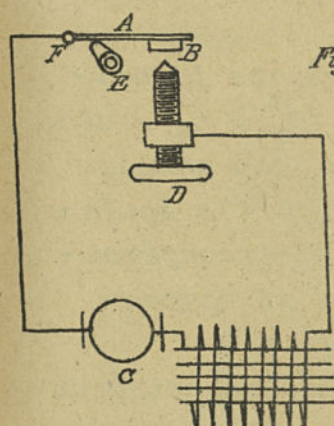


Fig. 48. - Circuit primaire.

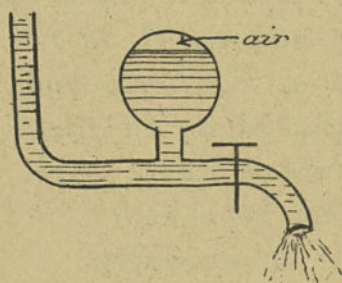
- A lame de ressort.
- B Grain de platine.
- C Générateur électrique.
- D Vis platinée.
- E Came.
- F Axe.

communiquant avec un des pôles du générateur - d'autre part, d'une vis à pointe de platine communiquant avec l'autre pôle.

En outre, une came, animée d'un mouvement de rotation par le moteur

même, soulève le ressort pour produire la rupture du courant primaire du transformateur au moment voulu, grâce à un réglage préalable.

fonctionnement de la cloche à air que l'on intercale dans une tuyauterie d'eau. Si l'on ferme brusquement le robinet, l'eau par son élan monte dans la cloche en comprimant l'air, jusqu'à atteindre un niveau d'équilibre. L'air alors se détend et refoule l'eau vers le réservoir d'où elle vient. Il se crée alors un courant en sens inver-



se qui annule le premier sans faire "sauter" le tuyau. De même, dans le circuit primaire, dès que la rupture se produit, l'extra-courant prend le chemin qui reste libre, celui du condensateur, qui le renvoie immédiatement vers la masse où il se perd et se détruit lui-même.

Distributeur. (fig. 49).-

Le distributeur dirige le courant secondaire successivement dans chacune des bougies d'allumage, au moment où l'inflammation du mélange explosif doit se produire dans chacun des cylindres considérés.

Il se compose :

1°) d'une plaque *A*, en substance isolante, cylindriquement évidée, complétée par un moyeu *B* (plot central), en laiton, relié par un conducteur fortement isolé à l'une des extrémités de l'enroulement secondaire du transformateur;

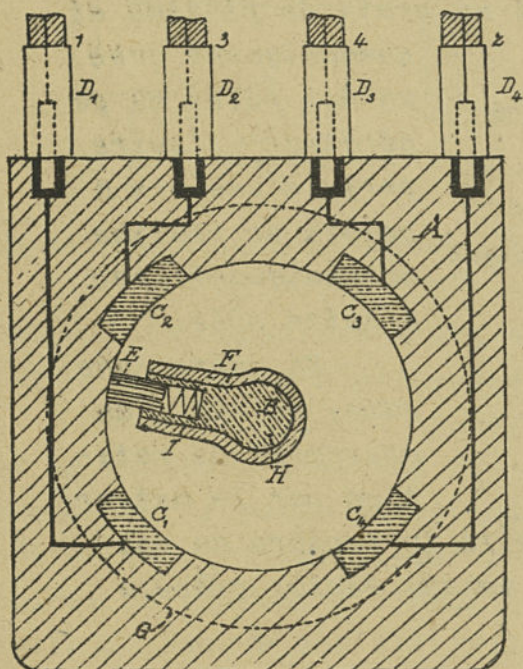


Fig. 49

- quatre segments identiques C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , découpés dans un même anneau de laiton et répartis également entre deux circonférences extérieures et concentriques au disque;

- quatre bornes de prise de courant D_1 , D_2 , D_3 , D_4 , pouvant chacune faire communiquer l'un des segments avec l'électrode isolée de l'une des bougies du moteur.

2°) d'un balai de charbon *E* contenu dans un porte-balai *F*, en ébonite, pouvant être animé lui-même par un train d'engrenages *G* commandé par le moteur, d'un mouvement de rotation autour d'un axe *H* extérieur au balai et confondu avec l'axe du moyeu. Ce balai est maintenu au contact de la face interne de l'évidement cylindrique, affleurement de la surface libre des segments *C* par la détente d'un ressort *I*.

En tournant autour de l'axe *H*, le balai *E* rencontre successivement la surface libre de chacun des segments C_1 , C_2 , C_3 , C_4 . Pendant la durée de son contact avec l'un des segments, l'une des bougies d'allumage du moteur se trouve insérée dans le circuit secondaire du transformateur (1).

(1) Le circuit secondaire du transformateur se compose de l'enroulement secondaire du transformateur, du distributeur, de la bougie d'allumage et de la masse du moteur.

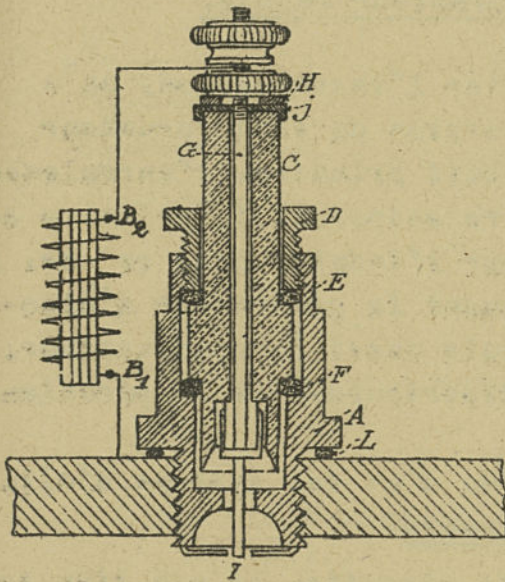
Une étincelle électrique peut donc éclater entre les électrodes de cette bougie, si le rupteur du transformateur en coupe alors le circuit primaire.

Il est, par conséquent, nécessaire que les mouvements du rupteur et du distributeur soient réglés de telle sorte que le balai de ce dernier se trouve en contact avec un segment au moment où le rupteur coupe le circuit primaire du transformateur.

Bougie . -

La bougie d'allumage (fig. 50) se compose :

Fig. 50. Bougie d'allumage.



d'une douille métallique A se vissant à l'intérieur d'un logement taraudé dans l'épaisseur de la paroi de la chambre d'explosion et communiquant, par cette paroi, avec l'extrémité B₁ de l'enroulement secondaire d'un transformateur;

d'un cylindre isolant C, fixé par un écrou de serrage D, et 2 joints métalloplastiques E, F, à l'intérieur de la douille A;

d'une tige métallique G (électrode isolée), traversant le cylindre C et communiquant, par un fil conducteur fortement isolé, avec l'autre extrémité de l'enroulement secondaire du transformateur B₂.

Cette tige se termine d'un côté par un filetage, sur lequel se visse un écrou cylindrique H à encoches et de l'autre soit par un disque, soit par une étoile, soit par une pointe I. Une rondelle J, en amiante, est interposée entre l'écrou H et le cylindre C pour assurer l'étanchéité du montage.

Au moment où le courant à haut voltage vient à se produire dans l'enroulement secondaire du transformateur, une étincelle électrique éclate entre la pointe I et la base même de la douille A.

Mécanisme réglant l'angle d'avance à l'allumage.

Le mécanisme réglant l'angle d'avance à l'allumage fait varier l'intervalle de temps qui s'écoule entre la rupture du circuit primaire du transformateur et l'arrivée du maneton de l'arbre-vilebrequin en un point situé à 20° environ au-delà du point mort supérieur.

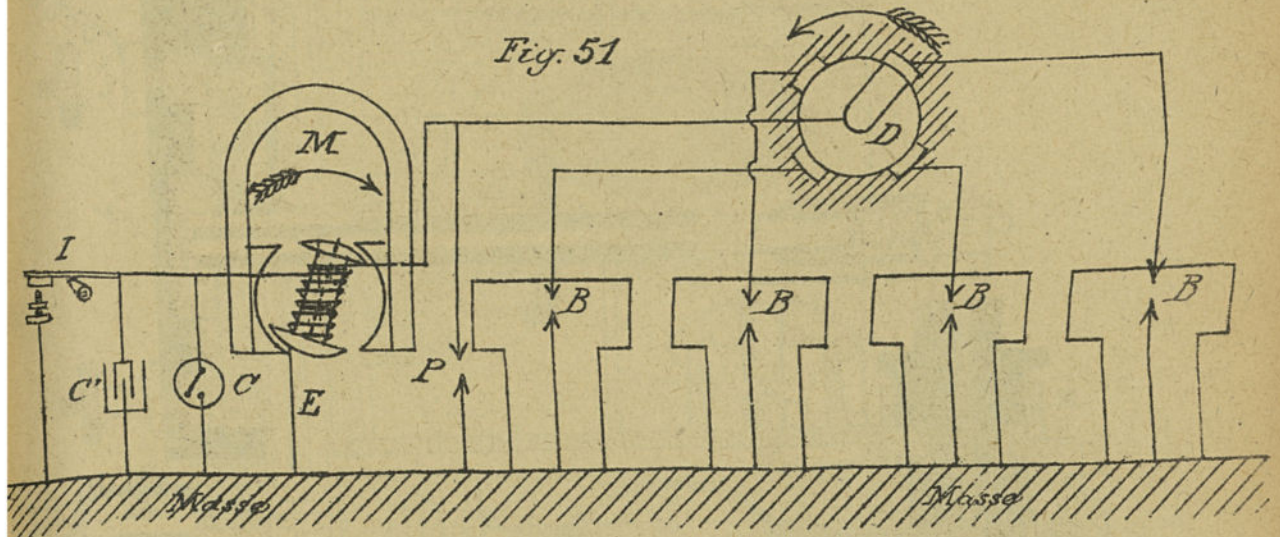
Cette variation de temps s'obtient par une modification de l'orientation de la came E (fig. 48) du rupteur, par rapport à celle du maneton de l'arbre vilebrequin.

Système d'allumage par étincelle d'Induction mutuelle ou magnéto à étincelle directe, c'est-à-dire avec générateur et transformateur réunis.

Actuellement, pour simplifier l'installation, on a tendance à généraliser la suppression du transformateur séparé et à utiliser, comme circuit primaire, l'enroulement même de la Magnéto; le secondaire entourant le primaire se trouve alors également bobiné sur l'induit. Dans ce cas, le même appareil groupe, non seulement le générateur d'électricité et le transformateur, mais aussi le condensateur, le parafoudre, le rupteur, le distributeur et le mécanisme réglant l'avance.

La figure 51 donne le schéma d'un tel système d'allumage par Magnéto à étincelle directe.

Pour l'étude des différents circuits, il y a lieu tout d'abord de noter qu'ils sont établis à un fil, c'est-à-dire que le retour se fait par la masse constituée par le châssis et les pièces métalliques de la voiture. Cette disposition particulière permet d'arrêter le fonctionnement de la magnéto en intercalant, dans le circuit primaire, un commutateur C donnant la possibilité de mettre en communication constante, par l'intermédiaire de la masse, les deux extrémités du bobinage gros fil, rendant ainsi illusoire l'action de l'interrupteur.



B. Bougie
C. Commutateur
C' Condensateur
D. Distributeur

E Extrémité commune du primaire et
du secondaire allant à la masse.
I Rupteur
M. Magnéto
P. Parafoudre

§. 3 - DESCRIPTION D'UNE MAGNÉTO À ÉTINCELLE DIRECTE (Fig. 52).

Une telle machine se compose de 4 parties principales :

- le bâti;
- les inducteurs;
- l'induit et ses organes annexes;
- le distributeur.

Bâti. - Il se compose d'un socle A sur lequel sont montés les inducteurs, de 2 flasques B_1 , B_2 , servant de supports aux roulements à billes C, dans lesquels s'engagent les extrémités de l'axe de l'induit H.

Inducteurs. - Ils sont composés d'une série d'aimants en fer à cheval D, fixés par leurs extrémités aux deux masses polaires E dont la face intérieure cylindrique est alésée à un diamètre dépassant de quelques dixièmes de millimètres celui de l'induit.

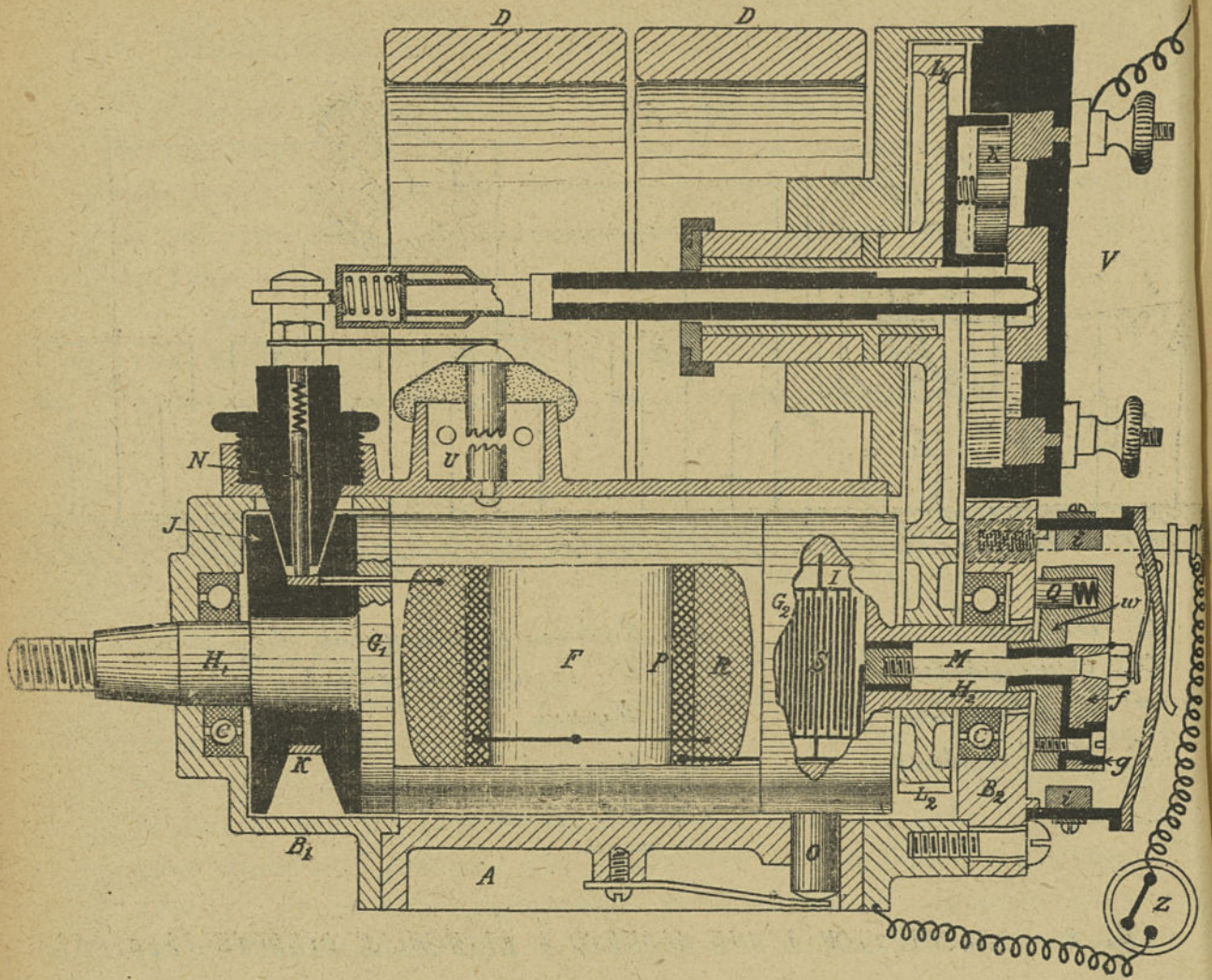


Figure 52

A	: socle	N	: balai de charbon du secondaire
B ₁ B ₂	: flasques	O	: balai de masse
C	: roulement à billes	P	: enroulement primaire
D	: aimants	Q	: charbon du rupteur
E	: masses polaires	R	: enroulement secondaire
F	: noyau de l'induit	S	: condensateur
G ₁ G ₂	: disques	U	: parafoudre
H	: axe de l'induit	V	: distributeur
I	: évidement	X	: balai de charbon du distributeur
J	: bobine d'ébonite	Y	: borne isolée
K	: bague collectrice	Z	: commutateur
L ₁ L ₂	: engrenages		
M	: vis de connexion		

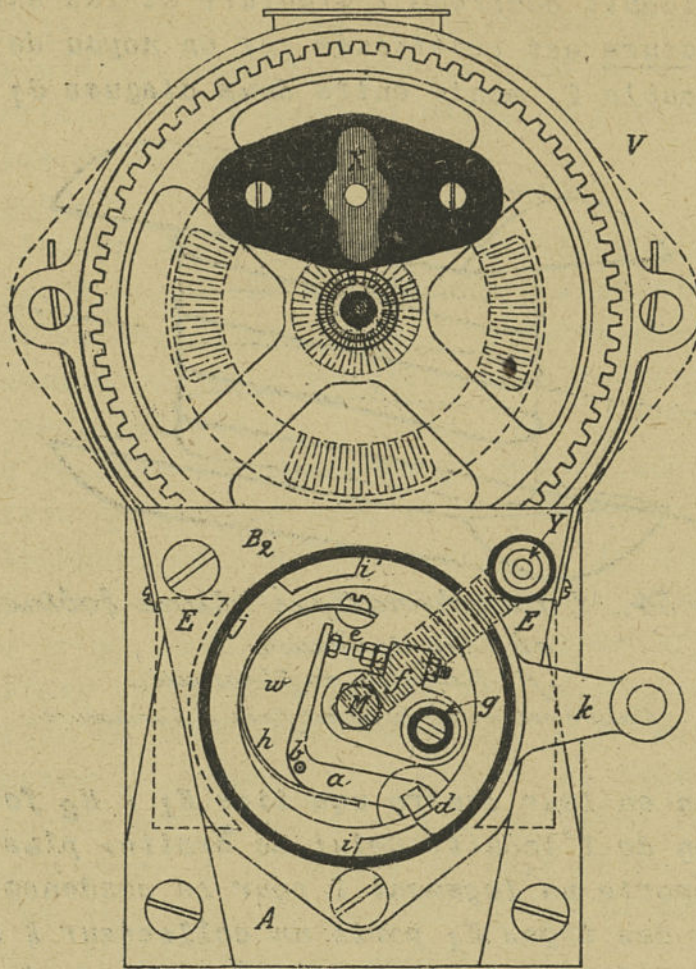


Figure 53

Détails du rupteur

- | | |
|----------------------------------|---|
| <i>a</i> : fléau coudé | <i>h</i> : ressort |
| <i>b</i> : axe du fléau coudé | <i>i</i> : cames en acier |
| <i>d</i> : taquet de fibre | <i>j</i> : anneau isolant |
| <i>e</i> : vis platinées | <i>k</i> : commande de l'avance
à l'allumage |
| <i>f</i> : bloc isolé du rupteur | <i>w</i> : plateau du rupteur. |
| <i>g</i> : plaquette d'ébonite | |

Induit. - L'induit comprend l'armature et les enroulements.

L'armature est constituée par un noyau de fer doux F , en forme de double T, monté entre deux disques G_1 , G_2 , por-

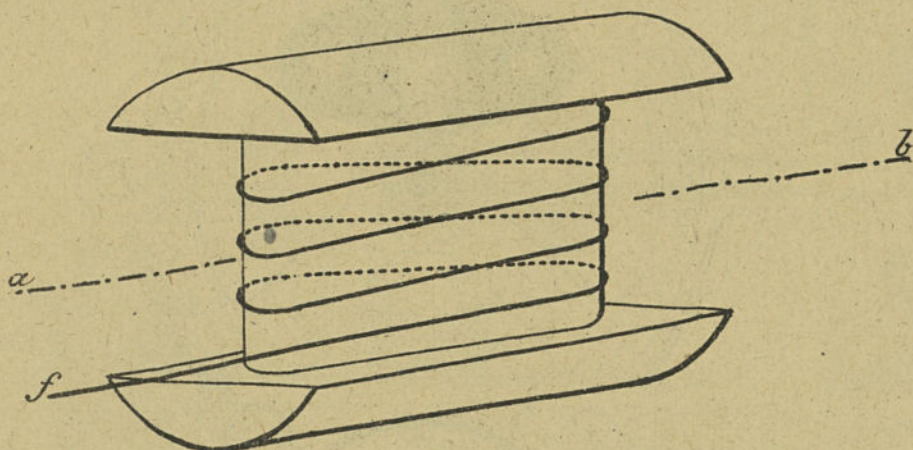


Fig. 54. - Tracé schématique d'une bobine.

ab - Axe de rotation.

f - Extrémité du fil enroulé,

l'autre extrémité du fil est fixée à l'armature.

tant chacun en leur centre une tige H_1 , H_2 formant l'axe de rotation de l'induit. Celui de droite, plus épais et évidé, comporte un logement I pour le condensateur S .

L'une des tiges H_1 porte un collecteur K noyé dans une bobine d'ébonite et relié à l'une des extrémités de l'enroulement secondaire R ; l'autre tige H_2 , celle de droite, qui commande le distributeur V par l'engrenage L , est perforée au centre pour donner passage à la connexion M reliant l'enroulement primaire au rupteur. Elle entraîne, dans son mouvement de rotation, un disque métallique w supportant le rupteur mis à la masse par le charbon Q et isolé de M par un gainage en fibre.

Les enroulements en fil de cuivre isolé sont bobinés sur l'âme de l'armature; le primaire constitué par une centaine de spires de fil de 1 m/m est en communication, d'une part avec le rupteur par l'intermédiaire de M et, d'autre part, avec la masse, par l'armature et le charbon O .

L'enroulement secondaire qui comprend 6.000 spires de 0 m/m 15 a l'une de ses extrémités commune avec le primaire qui le met à la masse, et l'autre aboutit au collecteur K qui établit sa jonction avec le distributeur.

Organes annexes. - Condensateur - Rupteur - Parafoudre.

Le condensateur *S* se compose d'une centaine de feuilles d'étain, très minces, séparées par du mica et réunies en 2 groupes, en relation l'un avec la masse et l'autre avec l'entrée isolée du rupteur.

Le rupteur est formé (fig. 54) :

d'un levier coudé *a* pouvant osciller autour d'un axe *b* et portant à ses extrémités une vis platinée *e* d'une part, et un taquet en fibre *b* d'autre part; ce levier est en communication électrique avec le disque *w*, c'est-à-dire avec la masse;

d'une seconde vis platinée *e'* montée sur un bloc *f* isolé du plateau *w* par une plaquette d'ébonite *g* et solide, mécaniquement et électriquement, de la connexion *M*. Un ressort *h* tend à maintenir ou ramener au contact les 2 vis platinées *e* *e'* dont la séparation a pour effet de provoquer la rupture du circuit primaire. Celle-ci est obtenue par l'action de deux cames en acier *i* *i'* sur l'extrémité *d* du levier *a* pendant la rotation de tout l'ensemble des organes portés par le disque *w*, entraîné lui-même par *H*. Les deux cames *i* *i'* sont, de leur côté, fixées aux extrémités d'un diamètre d'un anneau *j* en laiton, supporté par l'un des flasques *B*₂ du bâti.

Pour modifier et régler l'angle d'avance à l'allumage, il suffit, en agissant sur la queue *k*, de faire tourner, autour de l'axe de l'induit, l'anneau qui porte les 2 cames *i* *i'* et qui est monté à frottement doux dans le flasque du bâti.

Le parafoudre *U* est formé de deux tiges métalliques à pointes multiples, présentant entre leurs extrémités opposées un écart d'environ 7 m/m.

Distributeur. - Le distributeur *V* est constitué par un balai de charbon *X* qui établit successivement le passage du courant secondaire entre le plot central qui est en communication électrique constante avec le charbon collecteur du secondaire *N* et une série de blocs métalliques répartis à la périphérie et reliés chacun avec une des bougies placées sur chaque cylindre. Le train d'engrenages *L*₁ *L*₂ assure la rotation du balai en liaison avec les mouvements de l'induit et dans un rapport convenable, fixé suivant le nombre de cylindres que comporte le moteur.

§. 4 - CALAGE D'UNE MAGNÉTO. -

Le problème que l'on a souvent à résoudre consiste à accoupler une Magnéto sur un moteur, de telle sorte que l'étincelle se produise au moment voulu du cycle, c'est-à-dire un peu avant le début du 3^e temps.

Dans tous les cas, il faut commencer par amener le piston du cylindre le plus éloigné du volant au point mort supérieur, début du 3^e temps, au moyen d'une jauge introduite dans le robinet de décompression, par exemple.

A - La magnéto comporte un dispositif permettant de faire varier l'avance. -

Généralement, grâce à ce dispositif, l'angle d'avance peut être amené de 0 à 35° par exemple. Dans ces conditions, donner tout le retard possible, en faisant tourner les cames à fond dans le sens de rotation de l'induit, et accoupler la magnéto ayant ainsi une avance nulle avec le moteur placé aux points morts.

B - La magnéto est à avance fixe. -

Il faut alors, pour procéder à l'accouplement, placer la magnéto 25° après la production de l'étincelle et le moteur au point mort, ou bien la magnéto à la position de la production de l'étincelle et le moteur 25° avant le point mort.

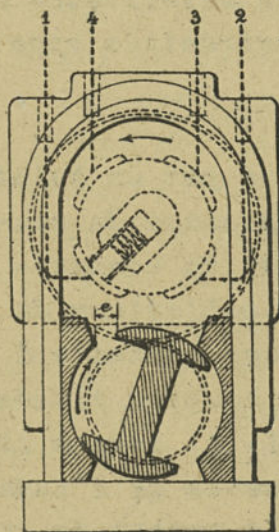
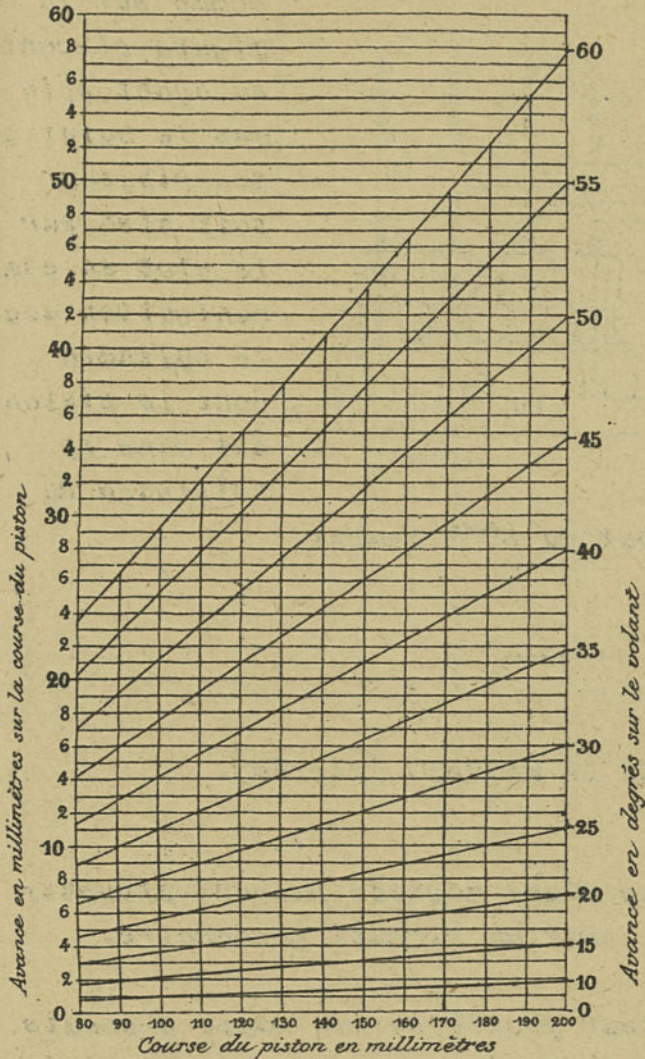


Fig 55

Dans le premier cas, il suffit de savoir que l'on obtient une précision suffisante en donnant à la magnéto la position figurée ci-contre (fig. 55), dans laquelle la longueur de *e* est égale à 13 à 16 m/m.

Dans le second cas, une épure simple ou le graphique ci-après indique la quantité dont on doit faire descendre le piston, à partir du point mort supérieur, en faisant tourner le moteur à



Conversion de l'avance angulaire en avance linéaire

Fig. 56

Si l'explosion a lieu trop tôt, la contrepression fatigue les bielles et coussinets, en produisant de véritables chocs : le moteur cogne; à la mise en marche, on peut craindre un retour de manivelle toujours dangereux.

Si l'inflammation complète a lieu trop tard après le passage au point mort, la pression maxima se trouve beaucoup diminuée par suite de l'augmentation du volume résultant de la descente du piston et le couple moteur en est très diminué.

On arrive au calage optimum par tâtonnements successifs.

Reste à relier les fils aux bougies.

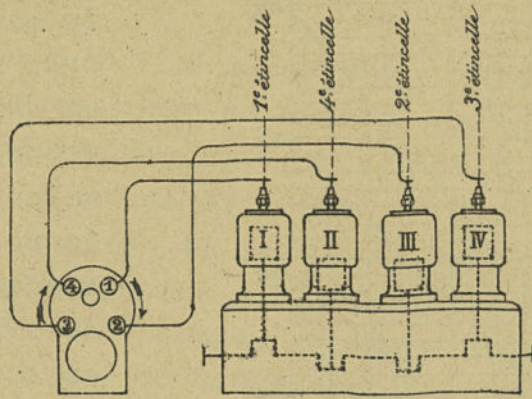
Pour cela, reconnaître, au moyen du jeu des soupapes l'ordre de fonctionnement des cylindres, et monter les fils

l'envers pour que le maneton fasse avec la verticale un angle de 25° . Accoupler alors la magnéto mise dans la position correspondant à la production d'étincelle et caractérisée par la séparation des vis platinées. Quoiqu'il en soit, ces méthodes ne peuvent donner qu'une première approximation et il demeure bien entendu que le calage définitif ne sera obtenu que par la mise en marche du moteur et l'étude de son fonctionnement et de sa nervosité.

Si l'explosion

Magnéto tournant
à droite :
Ordre des explosions :
I, III, IV, II.

Fig. 57



comme sur la figure ci-contre en ayant soin que le balai du distributeur soit bien sur le plot en communication avec le cylindre dont le piston est dans le voisinage du

point mort supérieur, début du 3^{ème} temps.

§. 5 - PANNES DE MAGNÉTO (fig. 58).

Les défauts de marche d'une magnéto peuvent provenir soit du circuit primaire, soit du circuit secondaire.

Circuit primaire. - Le rupteur peut être une cause d'ennuis par suite de l'oxydation et de l'usure de la vis platinée. Il suffit de noter que l'écartement normal est, en principe, de 0,4 dixièmes de m/m et de vérifier, de temps à autre, qu'il est convenablement réglé. Cette opération est facilitée par le constructeur qui, avec chaque appareil, fournit une clef dont l'épaisseur de la queue est justement calibrée à la distance normale qui doit exister entre les deux pointes platinées du rupteur. Lorsque l'on opère un réglage, avoir bien soin de bien bloquer le contre-écrou de sûreté, une fois l'opération terminée.

Le ressort de rappel du levier peut se casser; il est facile de s'en rendre compte; pour éviter toute interruption de marche de ce fait, il est prudent d'avoir une pièce de rechange; de même, pour les divers charbons et ressorts de pression assurant leurs contacts.

Il ne faut jamais qu'il y ait de l'huile sur le rup-

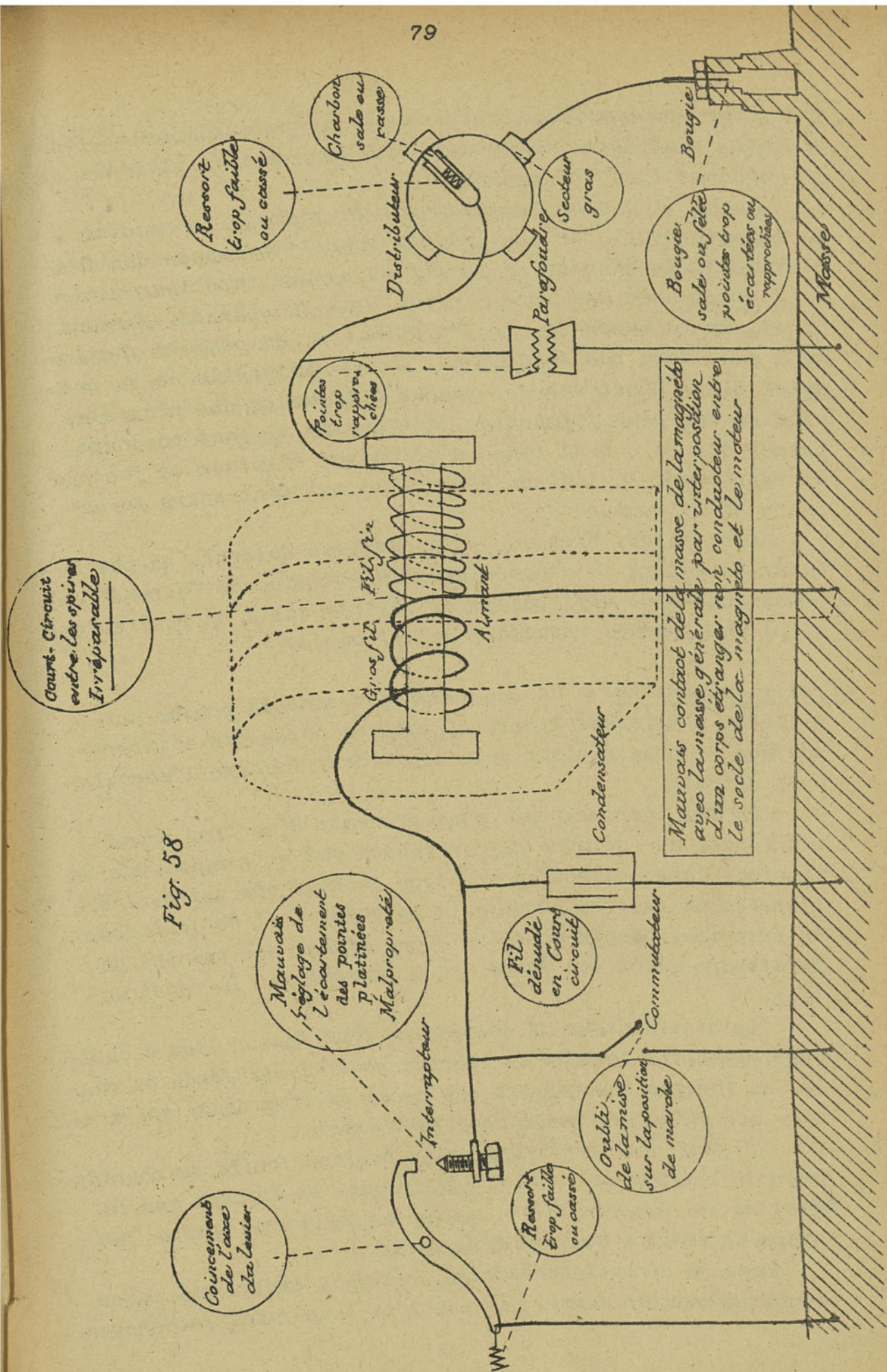


Fig. 58

Circuit irrécupérable

Relais trop faible ou cassé

Charbon sale ou cassé

Distributeur

Secteur gras

Pargoudre

Bougie sale ou fêlée points trop écartés ou rapprochés

Masse

Points trop rapprochés

Fil fin

Gros fil

Aimant

Mauvais contact de la masse de la magnéto avec la masse générale par suite position d'un corps étranger: voir conducteur entre le socle de la magnéto et le moteur

Condensateur

Mauvais réglage de l'écartement des pointes platinées Malpropreté

Fil dénudé en court circuit

Interrupteur

Commutateur

Orbelle de la mise sur la position de marche

Relais trop faible ou cassé

Coincement de l'axe du levier

teur, car une goutte, de même qu'un corps étranger si fin soit-il, peut être pincé entre les deux grains platinés et en empêcher le fonctionnement.

Quand il y a un commutateur, le fil qui le rejoint à la magnéto peut, sur son trajet, sous l'influence des trépidations, se dénuder et le fil de cuivre intérieur venir en contact avec une partie métallique du châssis, fermant ainsi sur la masse le circuit primaire; on conçoit facilement que, dans ces conditions, aucune étincelle ne se produise plus; c'est une des pannes d'allumage des plus simples et des plus fréquentes, à laquelle il faut toujours penser et, en cas de panne d'allumage, éliminer ce facteur en supprimant la liaison électrique existant entre la magnéto et le commutateur.

A ce sujet, bien que cela paraisse évident, ne pas oublier de mettre le contact dans la position de "marche", un grand nombre de difficultés au départ, que l'on peut éviter ainsi facilement, résultant de cet oubli.

Circuit secondaire. - Un court-circuit dans la bobine met celle-ci complètement hors d'usage et nécessite l'intervention du constructeur qui, seul, peut refaire l'enroulement détruit.

Un tel court-circuit peut provenir d'un trop grand écartement des pointes du parafoudre qui ne remplit pas sa mission, lorsque, pour une raison ou pour une autre, l'étincelle ne peut se produire à la bougie. Il ne faut donc, en principe, jamais modifier l'écartement des pointes du parafoudre qui a été donné à bon escient par le constructeur.

Le distributeur du secondaire peut donner lieu à quelques mécomptes lorsque le charbon central est fendu ou cassé, ou lorsque son ressort est cassé ou trop doux; en pareil cas, ces pièces se remplacent facilement.

Il faut également assurer un passage facile du courant entre le charbon et le bloc métallique, en évitant que le métal ne se recouvre d'une couche de poussière grasse (nettoyage de temps à autre à l'essence).

Dans le circuit secondaire, c'est la bougie qui cause le plus d'ennuis; aussi, dès que l'on a un raté, rechercher

immédiatement le cylindre dans lequel se produit le phénomène anormal et, avant toute autre chose, examiner la bougie. Une bougie doit avoir son isolant bien propre et sa tige centrale absolument fixe; mais c'est surtout la propreté et l'écartement des pointes qu'il faut surveiller; il arrive, en effet, très fréquemment, qu'un dépôt de suie s'intercale entre elles, et la bougie ainsi mise en court-circuit ne donne plus d'étincelle; il suffit de laver abondamment à l'essence avec un pinceau dur.

Vérifier aussi les différentes connexions que les trépidations desserrent fréquemment.

CHAPITRE V.

SYSTEME DE REFROIDISSEMENT. -GENERALITES SUR LE REFROIDISSEMENT.REFROIDISSEMENT DIRECT.REFROIDISSEMENT INDIRECT .PANNES DE CIRCULATION D'EAU - GEL ET ENTARTRAGE. -

§. 1 - GENERALITES SUR LE REFROIDISSEMENT.

On appelle système de refroidissement l'ensemble des organes accessoires du moteur qui concourent à maintenir, pendant son fonctionnement, la température des parois du cylindre au-dessous de 250° centigrades.

Cette température constitue, en effet, une limite critique pour la bonne lubrification des pièces en déplacement relatif, puisqu'elle marque un point au-delà duquel commence la décomposition de l'huile de graissage interposée entre le piston et le cylindre, et qui serait rapidement dépassée en l'absence de précautions spéciales, puisque la combustion du mélange développe dans les cylindres une température voisine de 1800° C.

Les divers systèmes de refroidissement, employés sur les moteurs à explosion qui actionnent des véhicules automobiles, utilisent comme source froide l'air ambiant. Mais, tandis que chez les uns, les calories à évacuer sont directement cédées par les parois du moteur au courant d'air qui les balaye (refroidissement direct), chez les autres, au contraire, une certaine masse d'eau sert d'intermédiaire pour le transport des calories de la source chaude à la source froide (refroidissement indirect).

Nous allons procéder à une étude succincte des principaux types de ces différents systèmes.

§. 2 - REFROIDISSEMENT DIRECT .-

Le "refroidissement direct" s'emploie sur les moteurs de faible puissance et, de préférence, sur ceux qui actionnent des motocyclettes.

Pour réaliser, dans de bonnes conditions, ce mode de refroidissement, on accroît notablement la surface externe des parois du cylindre en les dotant de nombreuses ailettes, généralement venues de fonte avec le cylindre.

Comme les gaz conduisent mal la chaleur et possèdent, en outre, une faible capacité calorifique, le "refroidissement direct" n'est réellement efficace que si une grande masse d'air, constamment renouvelée, vient au contact des ailettes : conditions qui ne se trouvent réalisées qu'en palier et sur les pentes, lorsque la vitesse du véhicule atteint une valeur élevée, ainsi que sur les moteurs rotatifs employés dans l'aviation.

Actuellement, certaines firmes américaines construisent des moteurs à 4 cylindres entourés d'une chemise dans laquelle circule de l'air refoulé par un puissant ventilateur. Cette innovation hardie est encore trop récente pour avoir la sanction d'une longue pratique et être appréciée utilement.

§. 3 - REFROIDISSEMENT INDIRECT .-

Nous classerons les différents procédés de refroidissement, qui appartiennent à cette catégorie, en deux groupes se différenciant l'un de l'autre par le mode d'entretien de la circulation d'eau.

Nous distinguerons, par suite :

- les systèmes de refroidissement à circulation d'eau entretenue par une pompe;
- les systèmes de refroidissement à circulation d'eau entretenus par thermo-siphon.

Tout système de refroidissement à circulation d'eau entretenue par une pompe comprend essentiellement :

- la chemise d'eau du cylindre;
- le radiateur;
- le ventilateur;
- la pompe;
- la tuyauterie.

Chemise d'eau du cylindre. - La chemise d'eau du cylindre a été précédemment décrite (Voir Moteur - Chapitre II).

Radiateur. - Le radiateur est un appareil dans lequel l'eau de circulation, préalablement échauffée au contact du cylindre, se refroidit en élevant la température de la masse d'air environnante.

Il se compose simplement (fig. 59) d'un tube métallique (cuivre rouge) enroulé en serpentín et muni sur sa surface externe d'ailettes en métal (fer blanc).

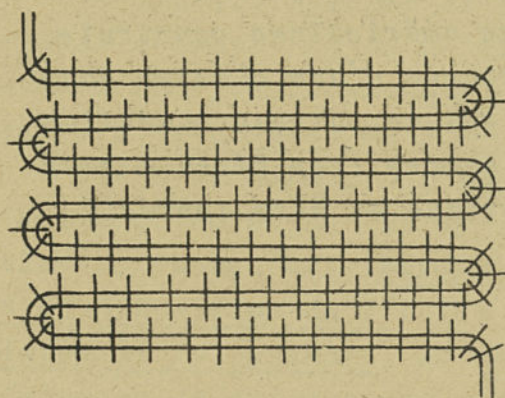


Fig. 59

Ce tube est placé de front à l'avant de la voiture afin d'offrir le plus de surface possible au contact des couches successives d'air frais qu'il rencontre dans son mouvement.

On estime à 1 mètre environ par unité de puissance du moteur, la longueur que doit posséder un tube à ailettes

pour assurer un bon refroidissement.

Un radiateur ainsi établi présenterait donc une longueur de 20 à 30 mètres, s'il était associé à un moteur de 20 à 30 chevaux.

Afin de réduire les frottements qu'aurait à surmonter la veine liquide, en circulant dans un tube d'une telle dimension, on divise actuellement ce tube en tronçons d'environ 0^m75 de longueur, que l'on dispose parallèlement entre eux pour réunir deux collecteurs respectivement affectés à l'eau chaude et à l'eau refroidie.

On obtient, de cette façon, un radiateur multi-tubu-

laire dont l'une des applications est le "Radiateur cloisonné" qui se compose essentiellement (fig. 60) :

d'un anneau A, métallique, creux, à section rectangulaire, divisé en deux compartiments B, C, par deux cloisons D, E;

d'une série de tubes F, à ailettes, placés horizontalement, entre les deux compartiments qu'ils font communiquer entre eux.

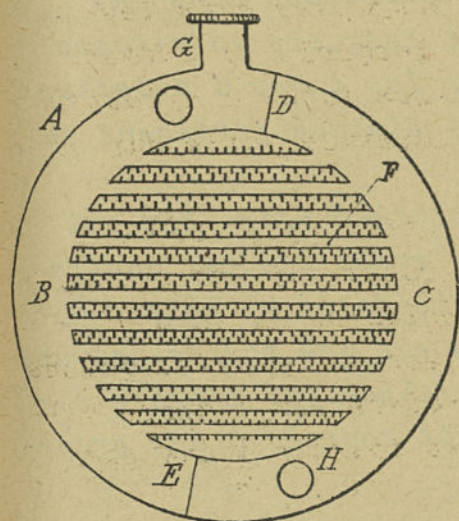


Fig. 60.

On accroit, d'ailleurs, le nombre de ces "doubles tubes" sans augmenter l'encombement du radiateur en leur donnant

une section droite quadrangulaire, puis en les juxtaposant et les faisant communiquer entre eux

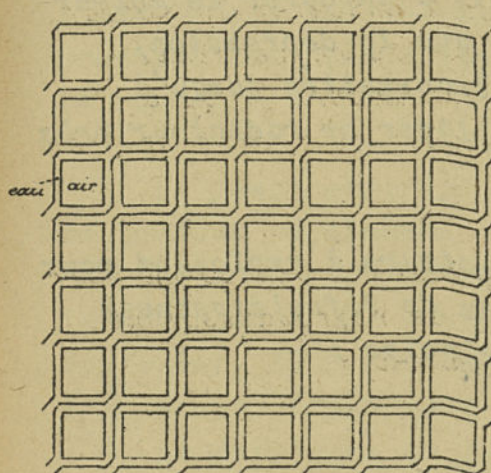


Fig. 61

L'eau chaude pénètre dans le radiateur par une tubulure G située à la partie supérieure du compartiment B. Elle se refroidit en circulant à l'intérieur des tubes à ailettes et ressort du radiateur par une tubulure H, située dans le bas du compartiment C.

Pour agrandir encore la surface que les tubes à ailettes du radiateur offrent directement au contact du courant d'air, on peut les placer parallèlement à l'axe de la voiture après avoir rempla-

cé chacun d'eux par deux tubes lisses concentriques. Dans le tube central, circule de l'air; dans l'intervalle annulaire, de l'eau.

On accroit, d'ailleurs, le nombre de ces "doubles tubes" sans augmenter l'encombement du radiateur en leur donnant une section droite quadrangulaire, puis en les juxtaposant et les faisant communiquer entre eux suivant leurs arêtes longitudinales extérieures. On ferme ensuite, à l'extrémité des "doubles tubes" les intervalles séparant les deux tubes concentriques en les soudant. On constitue ainsi le radiateur "nid d'abeilles" (fig. 61).

Remarque. - Dans tous les radiateurs, part de la partie

supérieure un tube de trop plein recourbé et dirigé vers le sol, afin qu'en cas d'ébullition de l'eau, la vapeur dégagée s'échappe sous la voiture sans incommoder ou troubler la visibilité du conducteur.

Ventilateur. - Un ventilateur, placé immédiatement en arrière des tubes, entretient, par sa rotation, une dépression qui active la circulation de l'air.

Son action est particulièrement précieuse dans les montées ou les stationnements pendant lesquels la vitesse du courant d'air, chargé de refroidir les tubes à ailettes du radiateur, diminue fortement ou s'annule.

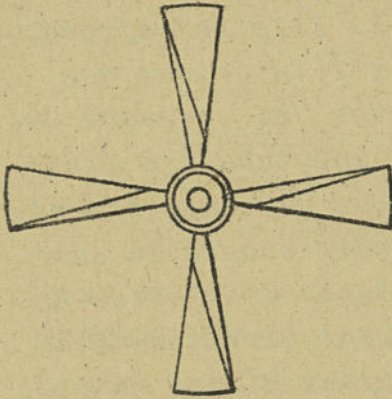


Fig. 62

Le ventilateur (fig. 62) est ordinairement constitué par quatre ailettes hélicoïdales en tôle d'acier, montées sur une poulie, qu'une courroie, entraînée par l'arbre vilebrequin, fait tourner à une grande vitesse.

Remarque. - Souvent aussi, le volant lui-même sert à assembler les nombreuses ailettes hélicoïdales du ventilateur. Ces ailettes se montent indifféremment à l'extérieur ou à l'intérieur de la jante. Dans ce dernier cas, elles constituent des bras qui remplacent la toile du volant.

De tels dispositifs obligent soit à entourer le moteur d'un capot suffisamment étanche pour que la dépression, créée par le ventilateur, puisse se transmettre jusqu'à l'arrière même du radiateur, soit à placer ce radiateur près du volant du moteur.

Pompe. - Les pompes utilisées sur les moteurs à explosion pour l'entretien de la circulation de l'eau de refroidissement appartiennent à trois catégories distinctes :

- les pompes centrifuges;
- les pompes à engrenages;
- les pompes à palettes.

Le gé
pi
Pompes centrifuges. - Les pompes centrifuges doivent être montées au-dessous du niveau minimum que peut occuper l'eau dans le radiateur, afin que la pompe soit toujours en charge, évitant ainsi le phénomène de la "cavitation", car aux grandes vitesses, l'eau n'arrivant pas en assez grande quantité, il se produirait, par aspiration, des poches d'air diminuant rapidement le rendement du système de refroidissement.

La pompe centrifuge, à ailettes courbes (fig. 63) est constituée par :

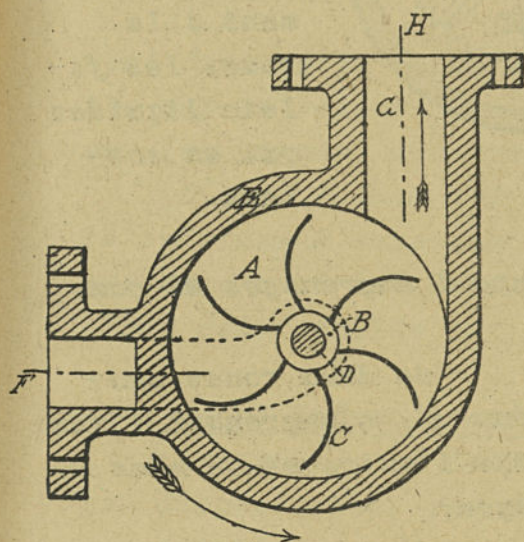


Fig. 63.

- une roue A formée d'un disque B muni d'ailettes incurvées C et mobile autour d'un axe D;

- un corps cylindrique E entourant la roue A, supportant l'axe D et présentant deux tubulures F et G.

L'eau, cédant à l'action de la gravité, pénètre dans la pompe par la tubulure F, qui débouche dans le corps du cylindre, près de l'axe D, c'est-à-dire en une région où règne,

pendant la rotation de la roue, une certaine dépression. Rejetée vers la périphérie du disque par la force centrifuge, l'eau sort de la pompe par la tubulure G dont l'axe H est sensiblement parallèle à la direction que prennent les filets liquides en quittant les ailettes de la roue.

La pompe centrifuge, à ailettes droites, (fig. 64), se compose également d'une roue A et d'un corps E.

La roue est formée d'un disque C, portant des ailettes planes D, limitant des canaux E creusés dans son épaisseur. Il présente, sur son bord, une denture F dont les crans produisent l'entraînement de l'eau.

Le corps B, en forme de volute, est doté de deux

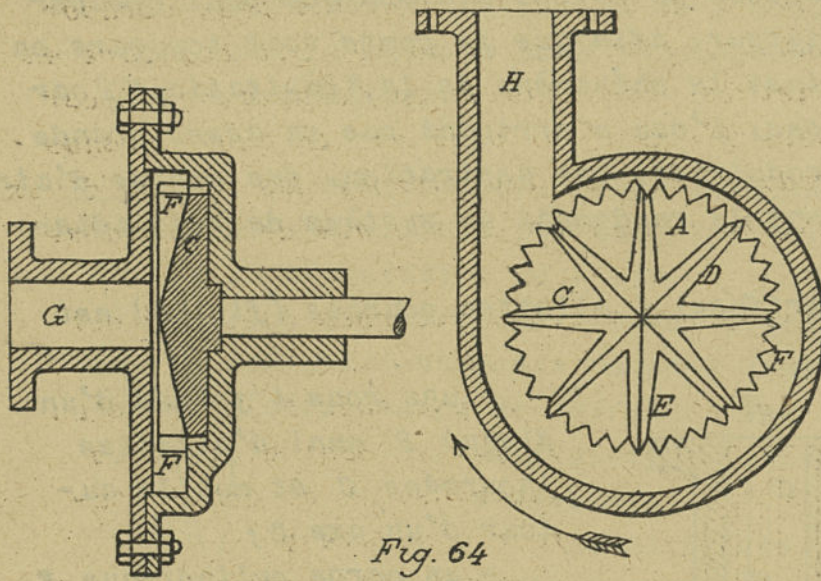


Fig. 64

tubulures.
L'une G, dirige vers le centre de la roue l'eau qui entre dans la pompe; l'autre B recueille, tangentielle-ment à la roue, les filets liquides qui en sortent.

Pompes à engrenages. - Une pompe à engrenages se compose : (fig. 65) :

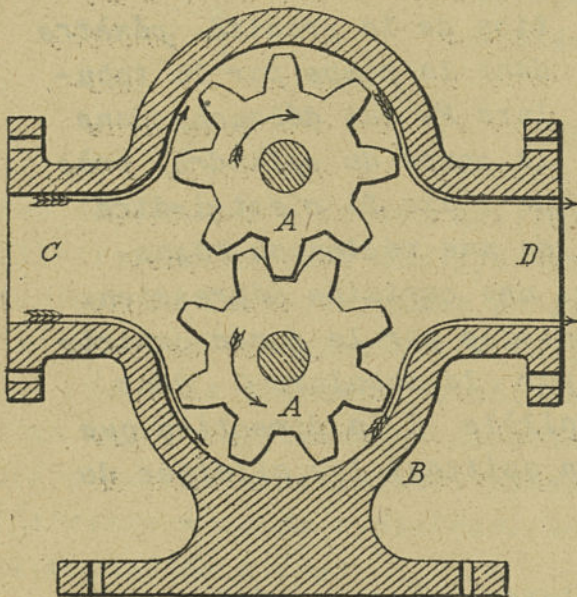


Fig. 65

- de deux roues dentées A, s'engrenant l'une dans l'autre et de même rayon;

- d'un corps B entourant les 2 roues et muni de deux tubulures C, D, pour l'aspiration et le refoulement de l'eau.

L'eau pénètre dans la pompe, par gravité, en s'écoulant dans la tubulure C. Elle s'engage dans les augets formés par la denture des roues et le corps B; puis se

dirige, poussée par cette denture, vers la tubulure D.

Pompes à palettes. - (fig. 66 et 67). Une pompe à palettes est constituée par un corps cylindrique à fonds plats A, dans lequel tourne un arbre de centre B et présentant une rainure diamétrale C. Deux palettes D s'enga-

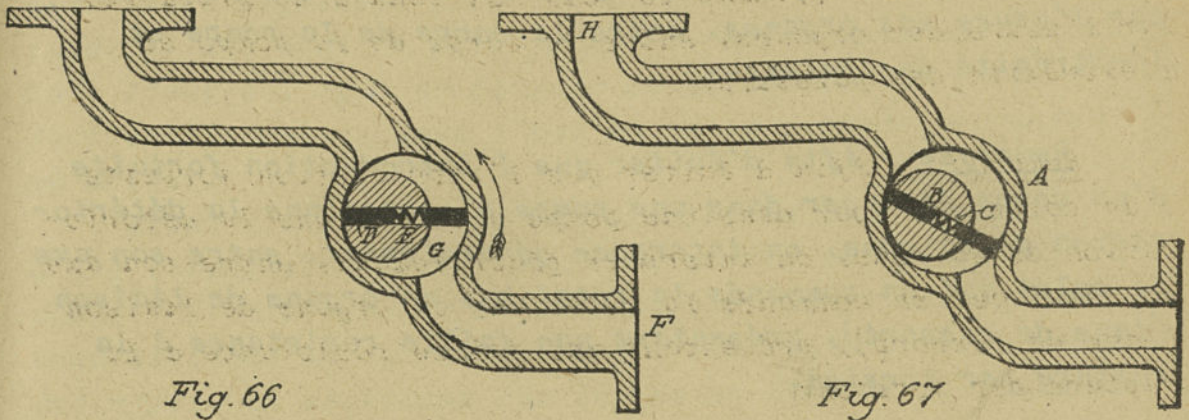


Fig. 66

Fig. 67

gent dans cette rainure. Constamment écartées l'une de l'autre par un ressort E, elles s'appliquent par leurs tranches sur les parois du corps A.

L'eau, cédant à l'action de la gravité, pénètre par la tubulure F dans une cavité G dont le volume croît. Elle est donc aspirée. Puis le volume de la cavité G décroît; l'eau est refoulée par la tubulure H.

Avantages et inconvénients des différents types de pompes.-

Les pompes centrifuges, d'une construction simple et peu dispendieuse, fournissent un long service sans usure appréciable. Mais elles exigent, pour bien fonctionner, une vitesse de rotation d'au moins 1200 t/m, et possèdent, à faible vitesse, un mauvais débit (1).

Les pompes à engrenages, un peu moins simples à construire, s'usent assez rapidement, car elles cessent de bien fonctionner dès que le jeu latéral et radial des roues dentées augmente. Elles n'exigent, par contre, qu'une vitesse angulaire de régime d'environ 600 t/m et fournissent encore, lorsqu'elles tournent plus lentement, un bon débit (2).

Les pompes à palettes possèdent des qualités analogues à celles des pompes à engrenages. Elles sont d'une construction plus dispendieuse, mais elles présentent l'avantage de

(1) L'écoulement du liquide est, en effet, produit sous une pression qui décroît proportionnellement au carré de la vitesse de rotation.

(2) La pression sous laquelle s'effectue l'écoulement du liquide ne décroît que proportionnellement à la vitesse de rotation de la pompe.

compenser automatiquement le jeu, qui tend à se produire, par l'usure des organes, entre le corps de la pompe et l'extrémité des palettes.

Remarque. - Afin d'éviter que l'introduction fortuite d'un corps étranger dans une pompe n'occasionne la détérioration de sa roue, on interpose généralement, entre son axe et celui qui en commande la rotation, un organe de liaison (lame de ressort), présentant une faible résistance à la rupture par torsion.

Tuyauterie. - La tuyauterie doit être disposée de façon (fig. 68) que la résistance qu'elle oppose au mouvement des filets liquides ne soit pas trop élevée. Elle sera exempte de coudes brusques, de changements de section accentués, qui provoquent des pertes de force vive dans le mouvement

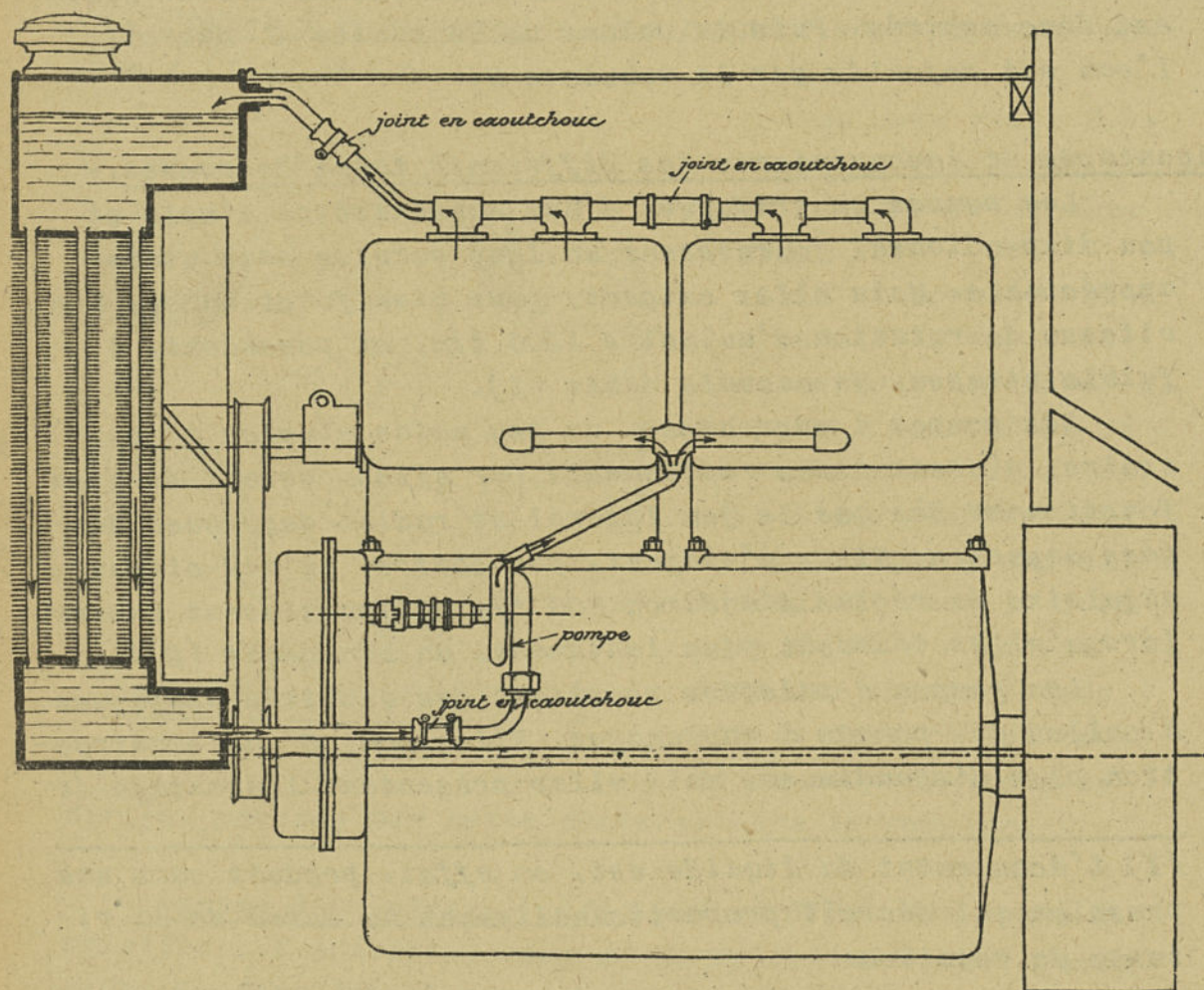


Fig. 68. - Circulation et Pompe.

des filets liquides. Elle présentera, à la sortie des cylindres, une section plus forte que celle possédée par elle à l'entrée, afin de laisser la dilatation de l'eau s'effectuer librement, sous l'action de la chaleur empruntée au moteur.

Etant donnée la complexité relative de l'ensemble d'une circulation d'eau, dont une partie est fixée sur le châssis (radiateur) et l'autre partie sur le moteur, les canalisations ne sauraient être d'une rigidité absolue; à cet effet, on sectionne les tuyaux en opérant la jonction des différentes parties par des éléments de tubes en caoutchouc fixés par des colliers serrés suffisamment pour éviter toute fuite, malgré la pression à laquelle peuvent être soumis ces joints.

Remarque. - Un manomètre métallique, d'un fonctionnement analogue à celui des appareils similaires employés sur les presses hydrauliques, est parfois branché sur la tuyauterie pour signaler au mécanicien tout incident survenant dans la circulation de l'eau de refroidissement.

Système de circulation d'eau entretenue par thermo-siphon.

Principe du thermo-siphon. - Ce dispositif est basé sur ce que la densité de l'eau chaude est moindre que celle de l'eau froide. Si donc, dans l'ensemble formé par deux vases communicants A et B reliés par une double canalisation, l'un d'eux, B par exemple, se trouve échauffé par une cause extérieure, l'eau, devenue plus légère, montera à la partie supérieure et ira en A remplacer l'eau qui, par la partie inférieure, aura été appelée pour la remplacer elle-même; il s'établira ainsi, dans l'ensemble de la canalisation, une circulation

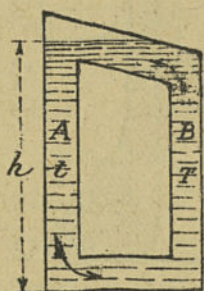


Fig. 69

d'eau qui continuera ainsi tant que la source de chaleur agira sur B; elle sera d'autant plus active que la différence des températures entre A et B et que la hauteur h des colonnes d'eau en A et B seront plus grandes, puisque ces dernières agissent par leur propre poids.

Pratiquement, dans un système de refroidissement par

thermo-siphon, c'est le radiateur qui constitue le réservoir A et la chemise d'eau des cylindres qui constitue le réservoir B.

L'eau qui entoure les cylindres s'échauffe en d (fig.70) sous l'influence des explosions; devenue plus légère, elle remonte le tube g et arrive dans le réservoir-radiateur a pendant que l'eau froide, plus lourde, est venue la rem-

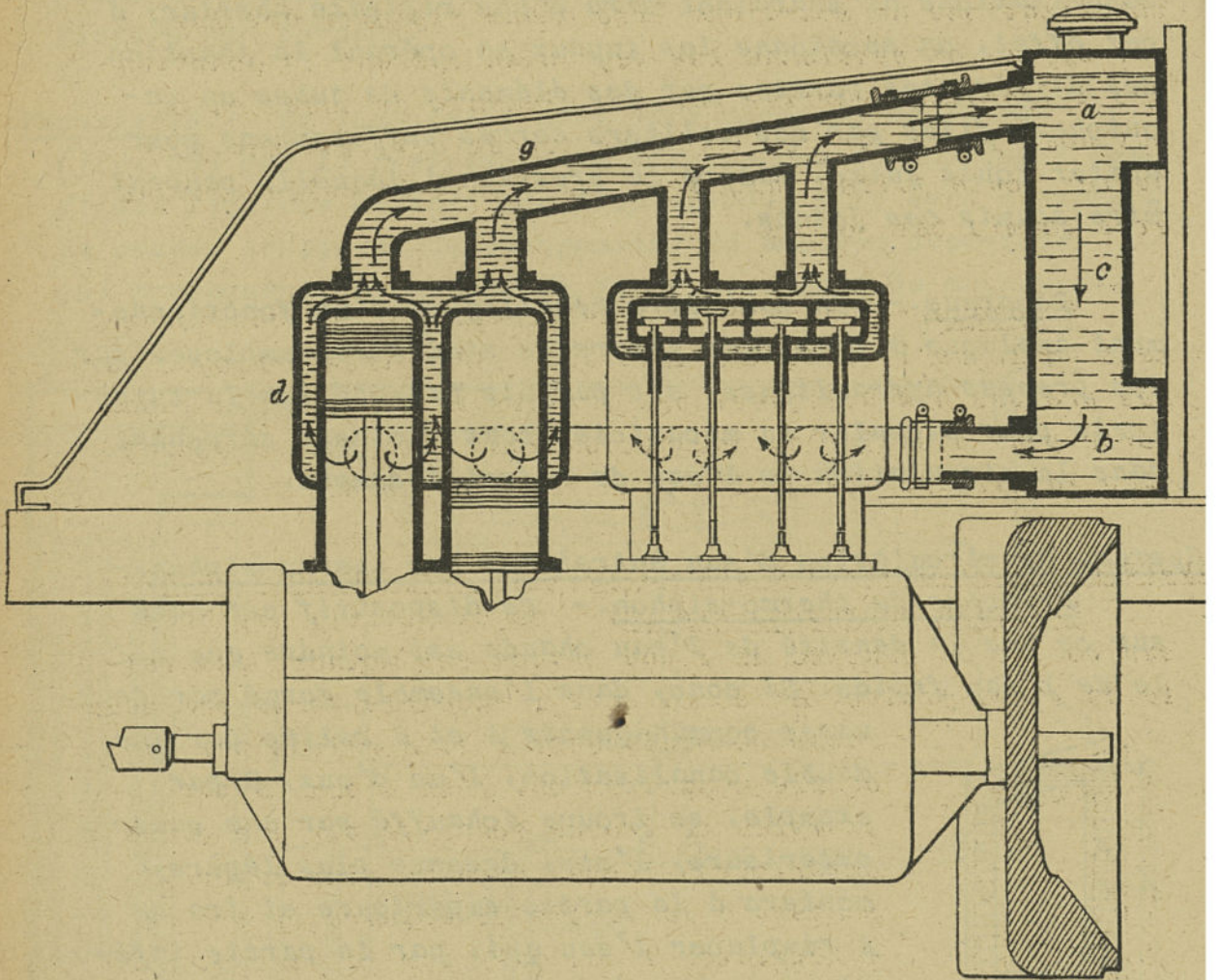


Fig. 70. - Circulation à thermo-siphon.

placer à la partie inférieure b où elle s'échauffe à son tour, et ainsi de suite, l'eau chaude arrivant en a étant ramenée à sa température initiale par son cheminement vers b à travers le radiateur c.

Or, il n'est pas possible :

- de donner à h une valeur élevée (1) sans accroître d'une manière inadmissible l'encombrement, en hauteur, du groupe "moteur-radiateur" ;

- de faire prendre à la différence des densités une grande valeur, car le coefficient de dilatation de l'eau est très petit et l'écart des températures se trouve pratiquement limité à 50° environ.

Pour avoir une circulation d'eau suffisante, il est donc indispensable de rechercher toute diminution des résistances qui tendent à s'opposer au mouvement de l'eau dans le radiateur et la tuyauterie (fig. 70).

C'est dans ce but que l'on dispose verticalement les tubes à ailettes du "radiateur cloisonné", et que l'on raccorde les parties droites de la tuyauterie par des coudes très ouverts. Comme, d'ailleurs, l'efficacité d'un système

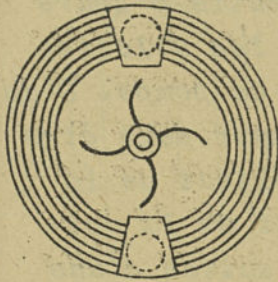


Fig. 71

de refroidissement est, en partie, fonction de la masse d'eau qui circule autour du cylindre dans l'unité de temps, il y a tout avantage à compenser la faible vitesse (2) du courant liquide, auquel donne naissance le thermo-siphon, par un accroissement de la section que lui offre la canalisation.

On peut également employer avantageusement, avec ce système, un radiateur formé de tubes de circulation d'eau en forme de $1/2$ tores réunissant un réservoir supérieur à un réservoir inférieur, l'air circulant entre les tubes sous l'action d'un ventilateur centrifuge placé au centre du radiateur (fig. 71).

Dans le système de refroidissement par thermo-siphon, la chemise d'eau des cylindres et le ventilateur sont identiques à ceux décrits plus haut dans le système de refroidissement par pompe.

(1) En plaçant le radiateur en arrière du moteur, on peut donner à h une valeur assez élevée sans rendre disgracieux l'aspect du groupe ainsi constitué.

(2) La vitesse du courant liquide produit par un thermo-siphon ne dépasse guère $0^m,15$ à la seconde, tandis que celle d'un courant produit par une pompe atteint en moyenne $0^m,60$.

§. 4 - PANNES DE CIRCULATION D'EAU.-

Dans toutes les réparations concernant la circulation de l'eau, il faut veiller à ce qu'aucune parcelle métallique, soudure ou autre, ne pénètre à l'intérieur des canalisations d'où elle irait se loger dans la pompe pour la détériorer. Pour éviter l'introduction de tout corps étranger, il faut toujours filtrer l'eau avec un entonnoir à tamis.

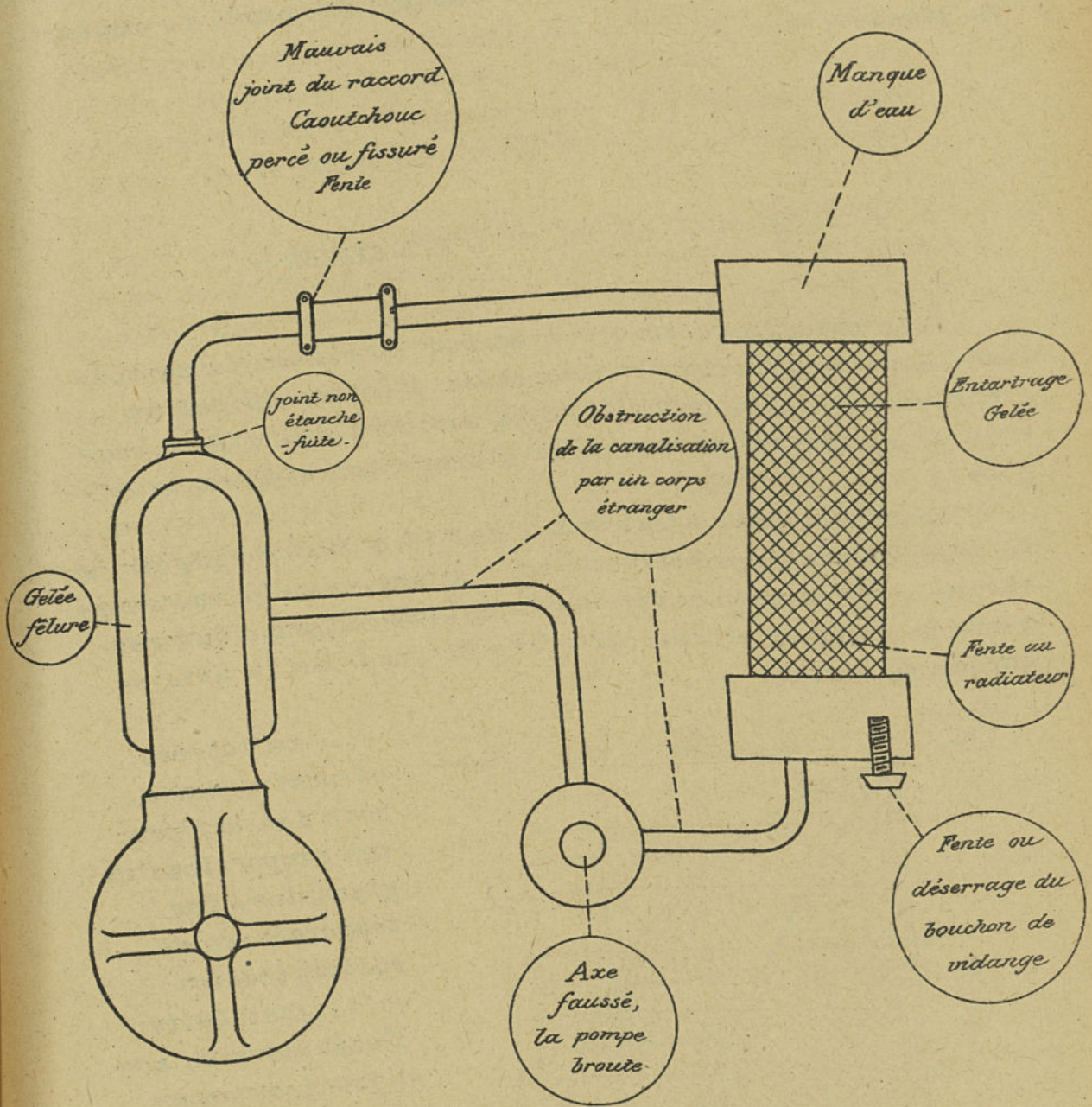
La pompe en elle-même ne nécessite aucun autre soin particulier qu'un graissage attentif : l'oubli de cette précaution entraînerait le grippage de l'axe et l'arrêt. Il peut y avoir lieu, au bout d'un certain temps de marche, soit de resserrer, soit de refaire le presse-étoupe.

On dit qu'une pompe "broute" quand, par suite d'usure et de jeu dans le sens longitudinal de l'axe, les ailettes viennent toucher les faces latérales du corps de pompe. C'est un symptôme grave d'usure et seul le remplacement peut être envisagé. Le radiateur est l'organe le plus délicat de la circulation d'eau; placé, en général, à l'avant de la voiture, il est exposé à éprouver le premier les suites d'une collision. Lorsqu'il s'agit d'un radiateur à tubes, si l'un de ceux-ci est fissuré, on obtient une réparation provisoire avec du tube en caoutchouc ou, ce qui est plus simple, obturer, purement et simplement, les deux extrémités libérées par l'accident.

Avec le radiateur en "nid d'abeilles", constitué par un nombre de tubes considérables et extrêmement fins, la fuite est fréquente et grave, étant donnée la faible provision d'eau contenue par ce genre de radiateur. La seule ressource est, si possible, d'obturer la fuite par une soudure bien placée ou, en cas d'impossibilité, de boucher le tube fuyard à ses deux orifices extrêmes.

Quand on a chauffé par manque d'eau, il est très dangereux de refaire le plein avec de l'eau froide. Il ne faut le faire que lorsque le moteur est suffisamment refroidi, et encore doit-on verser l'eau très lentement.

Il est bon, tous les quinze jours, de vider complètement la circulation d'eau, de rincer abondamment à l'eau ordinaire et de renouveler avec de l'eau de pluie la provision



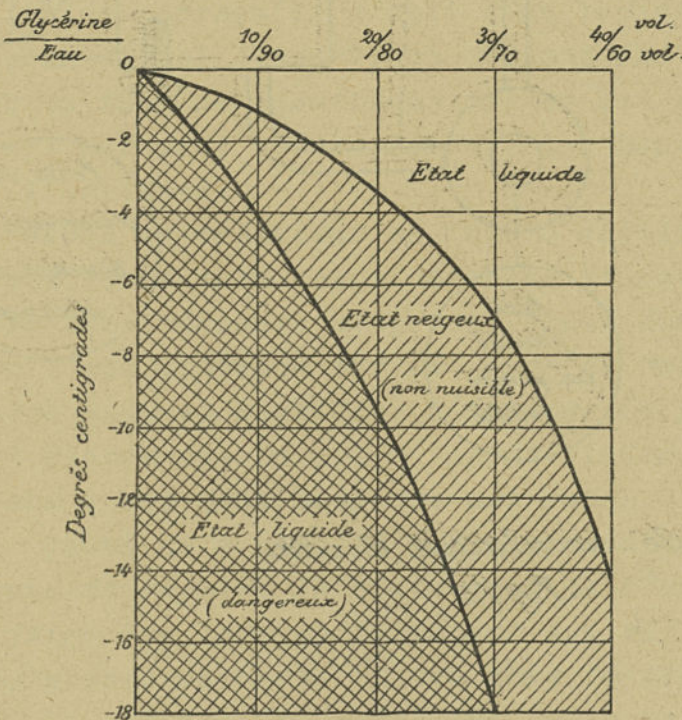
Pannes de circulation d'eau.
Fig. 72

d'eau nécessaire; lors de la vidange il ne faut pas s'inquiéter de voir l'eau de refroidissement chargée de rouille car, au contraire, celle-ci prouve que la chemise d'eau n'est pas entartrée, puisque le métal est oxydé au contact du liquide.

§. 5 - LE GEL ET L'ENTARTRAGE.-

Tout chauffeur, soucieux du bon entretien de sa voiture, doit se préoccuper sans cesse d'éviter le gel et l'entartrage de la circulation d'eau dont les effets peuvent en mettre rapidement hors d'usage les différents organes.

Contre le gel, ajouter à l'eau 25 à 30 % de glycérine. Le mélange, en se congelant, peut former, jusqu'à une température suffisamment basse, une bouillie neigeuse qui respecte les tuyaux et les cylindres et fond dès la mise en marche du moteur.



Le tableau ci-contre donne, pour les différentes proportions de glycérine, les températures de solidification qu'il faut éviter d'atteindre en modifiant convenablement le dosage du mélange.

Il est prudent d'ajouter à l'eau un peu de bicarbonate de soude pour neutraliser la légère acidité de la

glycérine du commerce.

La glycérine n'étant pas volatile ne se perd pas et il suffit de faire le plein d'eau pure pour rétablir le dosage initial.

En cas de gel de la pompe, il suffit de la chauffer légèrement avec une petite flamme en ayant soin de s'assurer que l'arrivée d'essence est bien fermée.

La glycérine est, en même temps, tartrifuge, en empêchant les dépôts calcaires d'adhérer aux parois de la tuyauterie.

L'entartrage est dû au dépôt, sous l'influence de la chaleur et de la vaporisation, sur les parois de la chemise d'eau et du radiateur, des sels de calcaire en suspension dans l'eau de rivière ou de source. En pratique, il est difficile de s'astreindre à l'emploi exclusif d'eau de pluie et, par suite, d'éviter tout dépôt. Il est alors bon de procéder de temps en temps au détartrage en remplissant le radiateur d'une solution de 4 Kg de Potasse dans 10 litres d'eau. On fait tourner le moteur pendant 1/2 heure à moyenne allure; on vide et on rince à l'eau claire en mettant le moteur en marche pendant quelques instants.

CHAPITRE VI.

SYSTEME DE GRAISSAGE.

GENERALITES SUR LE GRAISSAGE.

GRAISSAGE PAR LIBRE CIRCULATION.

GRAISSAGE PAR CIRCULATION SOUS PRESSION.

NATURE DU LUBRIFIANT À EMPLOYER.

§. 1 - GENERALITES SUR LE GRAISSAGE. -

Dans tout ce qui précède, nous avons vu que toutes les pièces constituant les parties vives du moteur sont en mouvement l'une par rapport à l'autre : le piston se déplace dans le cylindre, les axes tournent dans leurs coussinets, les pignons de distribution engrènent entre eux, les tiges des soupapes coulissent dans leurs guides; il est, dès lors, évident que tous ces frottements ont besoin de lubrifiant.

Le graissage a pour objet d'interposer, entre les surfaces frottantes de deux corps solides, qui glissent l'un contre l'autre, une mince couche d'une substance liquide, qui possède la propriété de rendre insignifiante l'usure de ces surfaces et de diminuer notablement les résistances passives qu'elles ont à surmonter pour effectuer leur déplacement relatif.

L'ensemble des organes accessoires du moteur à explosion, qui concourent à l'établissement, à l'entretien de la circulation de lubrifiant et à son renouvellement entre les surfaces frottantes, constitue le système de graissage.

Les différents systèmes de graissage, les plus communément employés sur les moteurs à explosion des véhicules auto-

mobiles, se classent, suivant le mode de circulation qu'ils imposent au lubrifiant, dans l'une des 2 catégories suivantes :

- 1° - Système de graissage par libre circulation.
- 2° - Système de graissage par circulation sous pression.

§. 2 - GRAISSAGE PAR LIBRE CIRCULATION. -

Dans ce système de graissage, la circulation du lubrifiant se trouve entretenue par l'action que la pesanteur ou la force centrifuge exerce sur le liquide.

L'huile remplit la partie inférieure du carter du moteur. Elle occupe un niveau suffisamment élevé pour que l'extrémité des têtes de bielle puisse en rencontrer la surface libre. Ces nombreuses rencontres qui se répètent 80 fois par seconde dans un moteur à 4 cylindres tournant à 1200 tours-minute, produisent, à l'intérieur du carter, un véritable brouillard d'huile dont les vésicules se déposent

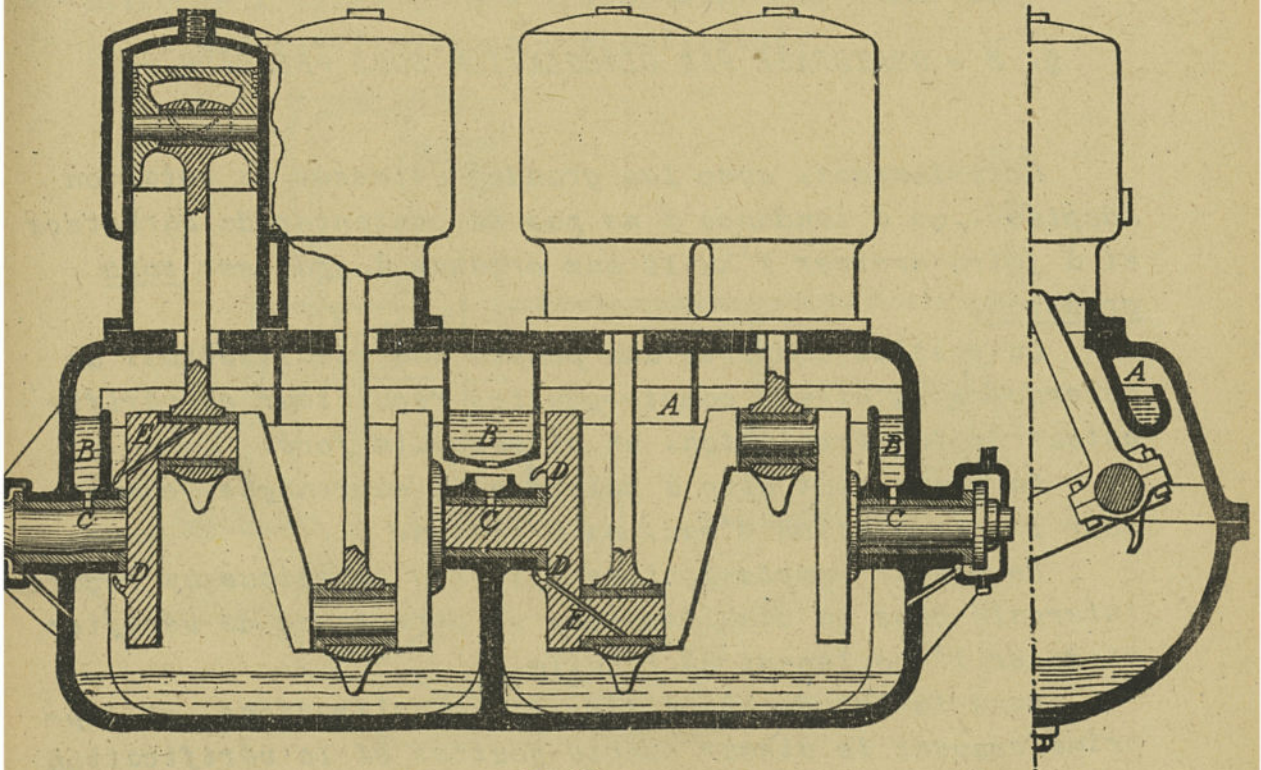


Fig. 73.

sur les diverses parois qui leur sont accessibles. Elles lubrifient de cette façon les surfaces frottantes du cylindre du piston et du pied de bielle. Quant à celles de l'arbre vilebrequin et de ses différents coussinets, elles sont aussi lubrifiées.

L'huile est recueillie dans une gouttière A, qui la distribue dans trois réservoirs B placés au-dessus des 3 paliers de l'arbre vilebrequin. Un canal C, creusé dans le palier et dans le coussinet, fait communiquer chacun de ces réservoirs avec le tourillon correspondant de l'arbre vilebrequin et conduit l'huile aux surfaces frottantes où elle se trouve répartie par les pattes d'araignée ménagées à la face interne du coussinet.

Après avoir lubrifié ces surfaces, l'huile s'écoule dans des bagues à gorge D portées par l'arbre vilebrequin. Elle est chassée de ces bagues par la force centrifuge et guidée par des canaux E creusés dans les bras de manivelle et les manetons jusqu'aux coussinets des têtes de bielle munis également de pattes d'araignée.

§. 3 - GRAISSAGE PAR CIRCULATION SOUS PRESSION.-

Actuellement, avec les grandes vitesses de rotation adoptées, on a tendance à ne pas se contenter du barbotage et à faire arriver l'huile aux organes à graisser sous pression.

Ce système comporte une pompe, une canalisation, un réservoir, un viseur compte-gouttes régulateur et vérificateur de la circulation, un vilebrequin foré.

La pompe peut être à palettes, à engrenages, comme pour la circulation d'eau, ou à piston.

Le viseur compte-gouttes (fig.74) constitue un regard, intercalé dans la canalisation, et permettant de vérifier et doser l'écoulement de l'huile.

Dans le but de simplifier les canalisations, on supprime souvent le viseur compte-gouttes et la vérification,

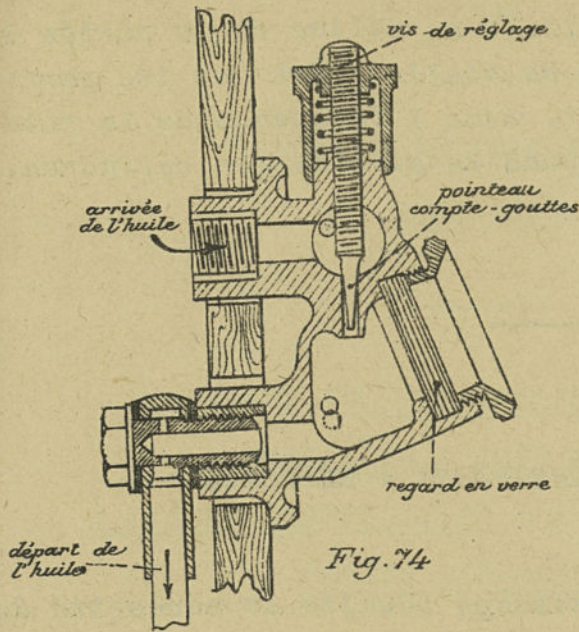


Fig. 74

du fonctionnement du graissage s'obtient à l'aide d'un manomètre qui doit indiquer une pression de 100 à 120 gr. environ.

L'ensemble du système se présente alors de la façon suivante (fig. 75) :

Une pompe *p* puise l'huile dans le fond du réservoir a ménagé dans la base du carter,

par un tuyau *k* et la refoule aux 2 extrémités du vilebrequin par un conduit *e*, puis *g* et *f*.

En face de l'orifice inférieur de ces canalisations, les coussinets des paliers sont creusés d'une rigole circulaire vis-à-vis de laquelle vient déboucher la canalisation du vilebrequin. L'huile remplit donc cette rigole qui, par suite de l'ajustage des coussinets, est close sauf à l'orifice des canalisations y aboutissant.

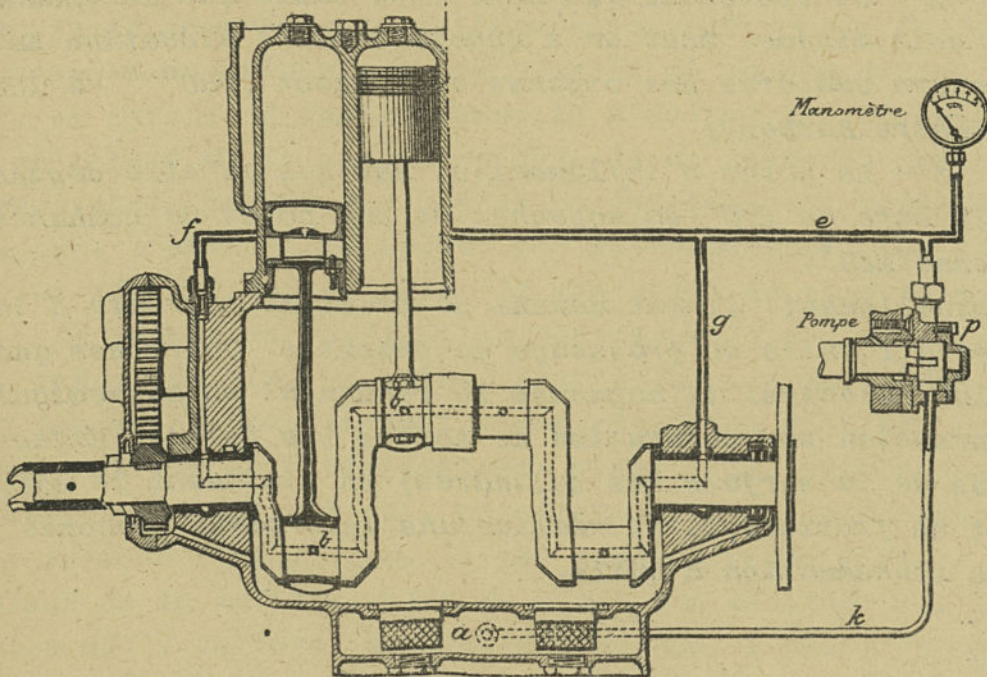


Fig. 75 Graissage sous pression.

Le lubrifiant pénètre alors dans le vilebrequin, en sort par les orifices *b* situés au milieu de la portée des bielles, graisse les têtes de bielle, sort par les parties latérales des coussinets et, sous l'influence de la rotation, est projetée sur le pied de bielle, les cylindres, les cames, etc...

§. 4 - NATURE DU LUBRIFIANT A EMPLOYER. -

De l'importance du graissage résulte la nécessité de l'emploi d'une bonne huile. Seules, les huiles minérales peuvent résister aux températures élevées résultant de l'explosion. Les huiles animales et végétales seraient rapidement décomposées et le moteur encrassé.

Les huiles $1/2$ fluides sont à conseiller dans la plupart des cas; elles graissent bien sans consommation exagérée.

Les qualités d'une bonne huile sont :

- 1° - Sa neutralité absolue;
- 2° - Sa viscosité qui doit être telle que la consommation soit minime, tout en s'opposant à une élévation de température exagérée des organes en contact ($500^{\circ}\text{C}.$ à 100° à l'Ixomètre Barbey);
- 3° - Le point d'inflammation des gaz qu'elle dégage, qui doit être de 210° en moyenne, et son point de combustion en moyenne 250° .

Actuellement, il est devenu de pratique courante d'incorporer à l'huile de graissage du graphite. Outre ses qualités lubrifiantes, il augmente le rendement en augmentant la compression par obturation de toutes les petites déficiences de la surface des cylindres; en diminuant le coefficient de frottement, il réalise une importante économie dans la consommation d'huile.

CHAPITRE VII.

ORGANES DE TRANSMISSION.EMBRAYAGE.NECESSITE D'UN EMBRAYAGE - GENERALITES.EMBRAYAGE A CONE ET A CUIR.A DISQUES METALLIQUES - A PLATEAUX RIGIDES.PANNES D'EMBRAYAGE.

§. 1 - NECESSITE D'UN EMBRAYAGE - GENERALITES.-

Pour se mettre en route, le moteur à explosion exige une mise en marche préalable pour l'exécution des deux premiers temps du cycle préparant le troisième temps moteur; il est donc nécessaire de disposer d'un ensemble d'organes permettant d'arrêter la voiture sans interrompre le fonctionnement du moteur, en cas d'arrêt de courte durée. Il est, en effet, de toute nécessité d'éviter le fréquent renouvellement de la manoeuvre de mise en route du moteur, nécessitant parfois une opération relativement pénible et toujours l'abandon du volant par le conducteur, pour trouver, à l'avant du véhicule, la manivelle de mise en marche.

Ce mécanisme particulier constitue le système d'embrayage, indispensable, en outre, pour effectuer facilement toutes les manoeuvres tendant à une variation d'allure ou à un changement de démultiplication, ainsi qu'il sera exposé au chapitre suivant. Il est, en effet, évident, par exemple, que lorsque l'on freine, il est nécessaire de séparer le moteur de la voiture, afin de n'avoir à absorber que la force de la voiture, sans avoir, en sus, à détruire celle développée par le moteur.

L'étude des diverses circonstances de fonctionnement d'un embrayage montre que :

1° - Il doit être progressif, puisqu'il doit assurer la liaison entre 2 arbres (le vilebrequin et le primaire de la boîte de vitesse) animés de vitesses très différentes et donner ainsi, au second, le régime du premier en passant progressivement par toute la gamme des vitesses intermédiaires.

Une fois établie, la solidarité ainsi réalisée ne doit laisser possible aucun patinage, cause de détérioration rapide du système.

2° - L'embrayage doit être autant que possible équilibré, c'est-à-dire qu'il ne doit pas exercer de poussée longitudinale sur les arbres qu'il relie.

3° - La partie entraînée du système doit posséder le moins d'inertie possible, afin de ne pas s'opposer aux variations de régime nécessairement rapides de l'arbre primaire du changement de vitesse, ainsi qu'il sera expliqué plus loin.

§. 2 - EXAMEN DE QUELQUES TYPES D'EMBRAYAGE.

1° - Embrayages à cônes et cuir. -

a) Cône direct. -

Dans le dispositif de principe (fig. 76), les surfaces

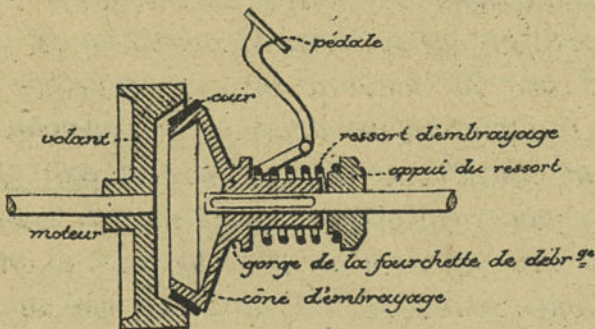


Fig. 76

adhérentes sont les surfaces latérales de deux troncs de cône aménagés l'un en creux sur le volant du moteur, l'autre en relief sur la périphérie de la pièce d'embrayage.

Le "ressort d'embrayage" prenant appui

sur l'arbre d'attaque du changement de vitesses, pousse la pièce d'embrayage vers le sommet du cône commun qui se trouve, dans cette variante, du côté du moteur. La surface du cône de la pièce d'embrayage est revêtue de cuir qui assure

l'adhérence et, par suite, l'entraînement du cône mâle par le cône femelle. Pour supprimer cette solidarité, une pédale permet, par l'intermédiaire d'une fourchette agissant sur la pièce d'embrayage, de comprimer le ressort en annihilant la pression qu'il exerce pendant les périodes de fonctionnement.

On reproche à l'embrayage à cône de provoquer une mise en prise brusque et de ne pas supporter le patinage sans brûlure ou arrachement du cuir; on peut remédier à ce défaut, dans une certaine mesure, en disposant sous le cuir d'embrayage des ressorts qui tendent à soulever le cuir et à adoucir ainsi la brusquerie résultant de la prise totale et rapide de l'adhérence entre les 2 cônes, en provoquant une prise partielle : la progressivité s'ensuit.

Pour ce qui est de l'inertie, elle est, en général, assez grande, la pièce d'embrayage demandant à être très robuste.

On aperçoit immédiatement que, dans la position d'embrayage, la poussée du ressort d'embrayage prenant appui sur l'arbre primaire, tend à faire reculer tout l'arbre moteur vers la gauche. Il peut en résulter, si l'on ne prend pas de dispositions spéciales, des détériorations graves du moteur par un service prolongé.

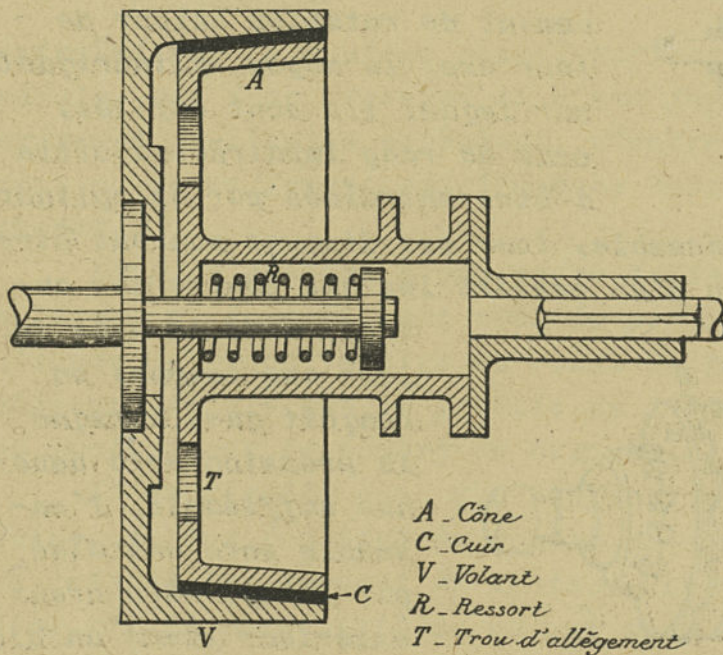


Fig. 77

On peut, dans le cas de l'embrayage à cône direct, satisfaire à la condition d'équilibre en reliant les deux arbres, transmetteur et récepteur du mouvement, par une butée à billes, ou en lui donnant une forme spéciale permettant l'appui du ressort sur une surface solidaire du cône femelle (fig. 77).

b) Cône inverse. -

On peut constituer l'embrayage cône-cuir en disposant les deux cônes de façon que leur sommet soit tourné du côté de la boîte de vitesse (fig. 78).

Dans ces conditions, le ressort d'embrayage prend appui sur le volant d'une part, et pousse la pièce d'embrayage vers l'extérieur.

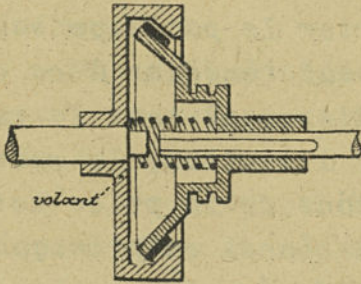


Fig. 78

On voit que, à la position d'embrayage, le ressort n'exerce aucune poussée sur les organes extérieurs, l'ensemble volant-pièce d'embrayage constituant une boîte fermée à l'intérieur de laquelle est enfermé le ressort.

Par contre, à la position de débrayage, qui ne se trouve d'ailleurs réalisée que pendant des périodes généralement très courtes, la poussée du ressort n'est pas équilibrée.

2° - Embrayages métalliques. -

a) Embrayages à disques. -

Si nous considérons une pile de disques minces et

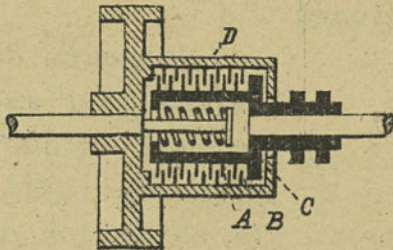


Fig. 79

plats, ceux de rang pair assujettis à entraîner, dans un mouvement de rotation autour de leur axe, le noyau cylindrique C sur lequel ils sont enfilés, ceux de rang impair assujettis à être entraînés par un cylindre D

creux contenant l'ensemble, tous ces disques pouvant être pressés par l'action d'un ressort les uns contre les autres,

dans le sens de leur axe commun, on conçoit que, lorsque la pression sera devenue suffisante, l'ensemble sera entraîné par le cylindre creux extérieur comme un bloc plein.

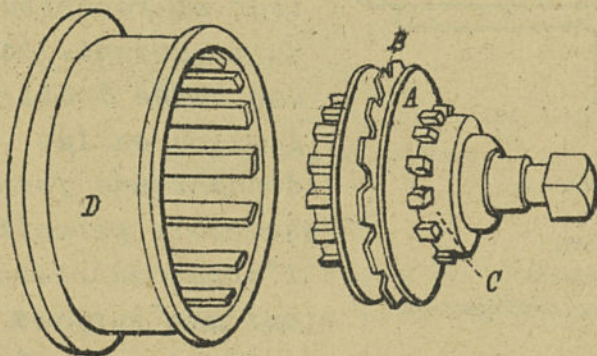


Fig. 80

Si le cylindre est boulonné sur le volant du moteur et le noyau cylindrique calé sur l'arbre primaire du changement de vitesse, il suffira de pouvoir, au moyen d'une pédale limitant la détente du ressort, rendre à volonté chacune des séries de disques indépendante de l'autre pour réaliser ainsi un système d'embrayage.

Un tel dispositif peut toujours être organisé de façon que la poussée du ressort d'embrayage soit équilibrée. Il comporte généralement une cinquantaine de disques en acier trempé de 1 m/m.

L'ensemble fonctionne dans un bain d'huile, ou tout au moins avec un graissage abondant assurant une progressivité parfaite.

Au moment de l'embrayage, lorsque la pédale commence à libérer le ressort d'embrayage, l'adhérence mutuelle des disques augmente progressivement; le glissement du système

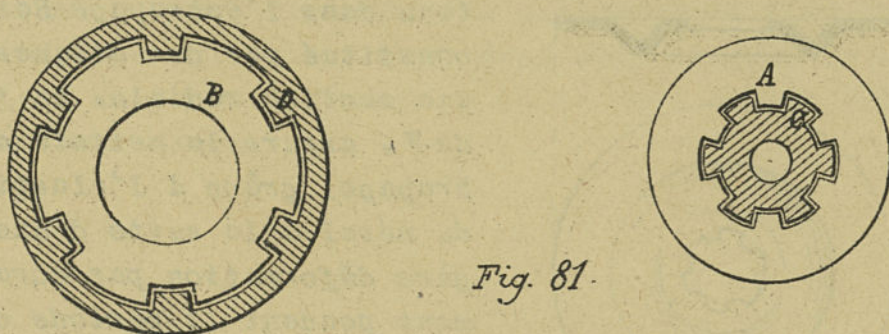


Fig. 81.

entraîné sur le système entraîneur, sous le contrôle de la pédale, est donc organisé là d'une façon rationnelle, la présence de l'huile empêchant, d'autre part, tout grippement ou échauffement exagéré dans cette période de glissement.

Dans ce système d'embrayage à disques, la liaison du cylindre et du noyau est assurée par le frottement des disques de rangs impairs sur ceux de rangs pairs, et l'adhérence totale est le produit de l'adhérence de 2 disques en contact par le nombre de disques.

Il en résulte donc que l'effort maximum transmis est beaucoup plus fonction du nombre de disques que de la force du ressort les amenant au contact. Le ressort peut donc être relativement faible, ce qui rend la manoeuvre de la pédale de débrayage beaucoup moins pénible et permet, par suite, d'en graduer plus facilement l'intervention.

Ces embrayages ont une inertie relativement faible, en raison du diamètre faible du système entraîné. Leur bon fonctionnement exige toutefois un entretien et un réglage plus délicats que ceux des embrayages à cône-cuir. Si l'embrayage à disques est trop graissé, il patine; s'il ne l'est pas assez, les disques ne se décolent que difficilement et le débrayage peut ne pas être suffisamment rapide. Pour prévenir ce dernier incident, on a muni les disques de lan-

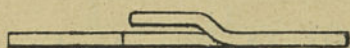


Fig. 82

brayage plus net.

lorsque la pression d'embrayage n'agit plus pour faire adhérer les disques; ces languettes assurent ainsi un dé-

b) Embrayage Hale-Shaw. -

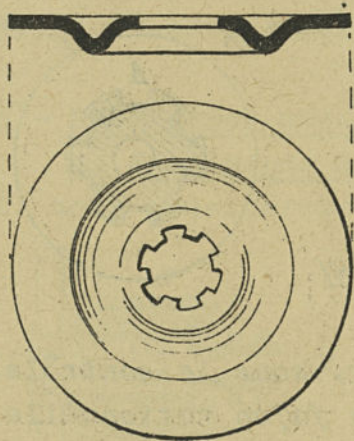


Fig. 83

Ce même résultat est obtenu dans l'embrayage Hale-Shaw constitué par des disques dont une section radiale, en forme de W, assure la netteté du débrayage, grâce à l'élasticité du métal à la suite d'une légère déformation par écrasement pendant la période de mise en prise.

c) Embrayage à plateaux rigides. -

Il est constitué essentiellement par deux plateaux métalliques, l'un calé sur l'arbre moteur, l'autre sur l'arbre primaire, ce dernier pouvant être poussé, par un certain nombre de ressorts, sur le premier jusqu'à l'adhérence complète.

§. 3 - PANNES D'EMBRAYAGE .-

En réalité, l'embrayage ne provoque pas de pannes au sens littéral du mot; il peut avoir un fonctionnement défectueux : ou il est trop brusque, ou il patine. Trop brusque, l'embrayage à cône l'est toujours. Un moyen bien simple d'atténuer cette brusquerie est de le graisser à l'huile de ricin, sans excès, afin qu'il n'en arrive pas à patiner. Il faut aussi vérifier le centrage des deux pièces mâle et femelle qui doit être parfait, car si le cône mâle entre en coïncant, l'attaque est brusque et le démarrage violent.

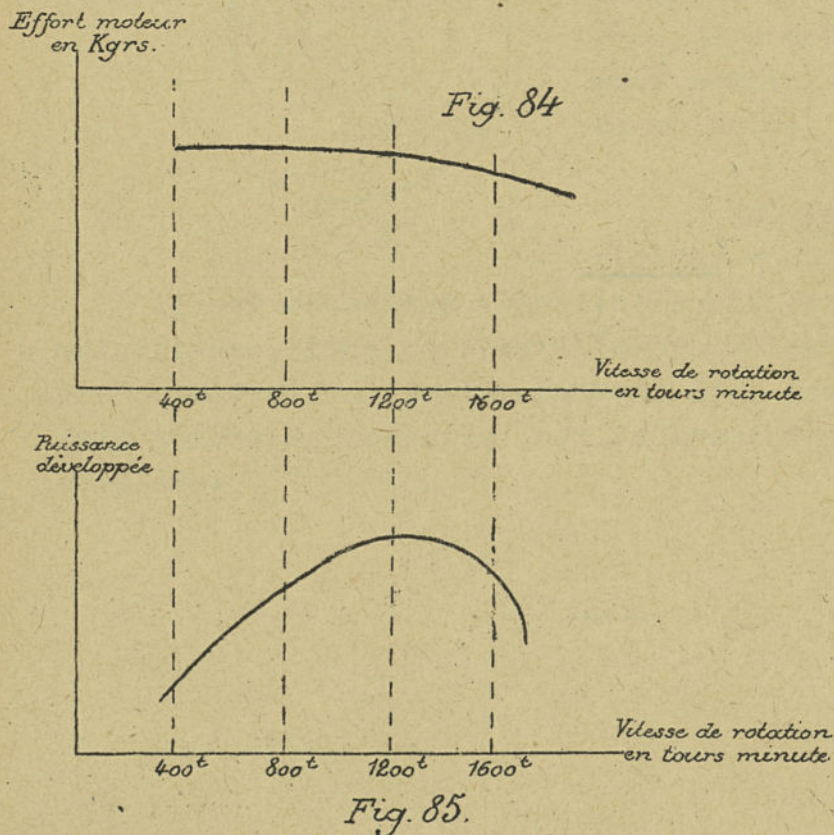
L'embrayage patine; le moteur tourne très vite et la voiture ne peut avancer : la cause en est dans l'usure ou le tassement du cuir. Il suffit de régler les commandes constituées par des tiges munies généralement d'un pas de vis de réglage. Si le cuir est trop usé, il faut le changer; c'est un travail d'atelier qu'il faut savoir prévoir et exécuter à temps.

CHAPITRE VIII.

ORGANES DE TRANSMISSION. -
CHANGEMENT DE VITESSE. -

NÉCESSITÉ D'UN CHANGEMENT DE VITESSE - GÉNÉRALITÉS -
DESCRIPTION DES DIVERS DISPOSITIFS
DE CHANGEMENT DE VITESSE. -
FONCTIONNEMENT DU CHANGEMENT DE VITESSE - MANŒUVRE. -
PANNES. -

§. 1 - GÉNÉRALITÉS.



Une des caractéristiques du moteur à explosion est son peu d'élasticité dans les limites d'utilisation. Son couple-moteur n'est pas susceptible de prendre des valeurs dont les variations correspondent à celles de la résistance à vaincre pour provoquer la translation du

véhicule et qui peut être très variable suivant les circonstances.

Faisons tourner un moteur à des vitesses différentes, par variations de la charge imposée en conservant toujours la même ouverture du papillon des gaz, et mesurons, pour chaque vitesse exprimée en nombre de tours n , l'effort moteur F transmis par la bielle sur les manetons de l'arbre vilebrequin, ainsi que la puissance développée correspondante.

En portant en abscisses les vitesses de rotation et, en ordonnées, les efforts moteurs correspondants, on obtiendra une courbe représentée par la figure 84; de même, la figure 85 donne la courbe de la puissance développée par rapport à la vitesse de rotation; on voit que l'on ne peut faire tourner le moteur étudié en dessous d'une vitesse de 800 tours-minutes, parce que il pourrait alors caler trop facilement, sous l'influence de la moindre résistance supplémentaire survenant brusquement.

De même, si le nombre de tours augmente considérablement, il existe une limite supérieure de vitesse, au-dessus de laquelle les gaz n'ont plus le temps de pénétrer dans les cylindres. Il en résulte donc une diminution de la compression et, par suite, une diminution de la puissance du moteur qui, de plus, travaillerait à ces allures dans des conditions peu économiques.

Le moteur doit donc tourner à une vitesse comprise entre deux limites, soient 800 et 1600 tours par exemple pour le moteur considéré; de plus, on voit facilement qu'il existe, entre ces deux limites, une vitesse de rotation de 1200 tours-minute qui convient plus particulièrement et qui donne au moteur son maximum de puissance; c'est cette vitesse qui est appelée la vitesse de régime du moteur.

L'examen de la figure 84 montre, qu'entre les limites de vitesse imposées au moteur, l'effort moteur varie très peu; c'est presque une constante.

Par contre, l'effort résistant est variable. Il dépend du profil en long du chemin parcouru, de la nature du sol, des conditions atmosphériques, etc... Appelons le R .

Ecrivons maintenant qu'à un moment donné de la marche du véhicule, le travail moteur est égal au travail résis-

tant (1).

Appelons : F l'effort moteur;

r le rayon de rotation des manetons de l'arbre-manivelle;

n le nombre de tours décrits par l'arbre-manivelle pendant un temps donné.

Le travail moteur, pendant ce temps, est égal à :

$$F. 2 \pi r. n.$$

De même, appelons :

r' le rayon des roues;

n' le nombre de tours décrits par les roues pendant le même temps.

Le travail résistant sera :

$$R. 2 \pi r'. n'.$$

et l'on aura, par conséquent :

$$F. 2 \pi r. n = R. 2 \pi r'. n'.$$

$$\text{d'où : } F = R. \frac{r'}{r} \cdot \frac{n'}{n}$$

Or F , on l'a vu, est sensiblement constant.

Donc $R. \frac{r'}{r} \cdot \frac{n'}{n}$ devra l'être aussi.

Dans cette expression, $\frac{r'}{r}$ est invariable, R varie; donc, pour que cette expression reste constante, il faudra faire varier $\frac{n'}{n}$ en sens inverse des variations de R , c'est-à-dire que, dans une voiture automobile avec moteur à explosion, il faut, à la demande de l'effort résistant, faire varier la démultiplication des organes qui transmettent le mouvement entre l'arbre vilebrequin d'une part, et les roues d'autre part; c'est la fonction et la raison d'être nécessaire du changement de vitesse.

En général, un changement de vitesse se compose d'un certain nombre de paires de roues dentées réalisant chacune une démultiplication différente, appelée "vitesse", que

(1) Le travail d'une force est égal au produit de cette force par le déplacement de son point d'application dans le sens de cette force.

l'on interpose à volonté entre le moteur et la commande des roues. Cet ensemble constitue la boîte des vitesses; elle comporte le plus souvent 3 ou 4 paires d'engrenages au maximum et qui correspondent à seulement 3 ou 4 valeurs de $\frac{n'}{n}$ tandis que R peut prendre toutes les valeurs comprises entre les valeurs extrêmes admises. Pour remédier à ce manque de continuité, l'action du papillon des gaz permet de faire varier F de manière à suivre les variations de R dans les limites correspondant à la valeur considérée de $\frac{n'}{n}$.

Des considérations ci-dessus découle la fixation de l'échelonnement des vitesses : en effet, pour obtenir une variation continue de l'effort sans brusque changement au moment de la modification de la démultiplication, il est nécessaire que l'effort transmis aux roues soit le même avec la démultiplication que l'on quitte le papillon des gaz ouvert au maximum qu'avec la nouvelle démultiplication et l'admission des gaz minima. En désignant par F et f les valeurs extrêmes de l'effort moteur obtenues par les variations d'admission et par K_1, K_2, K_3, K_4 les rapports de démultiplication correspondant à chaque vitesse, on peut écrire :

Passage de 1^{ère} en 2^{ème} vitesse : $F K_1 = f K_2$

d° de 2^{ème} en 3^{ème} d° : $F K_2 = f K_3$

d° de 3^{ème} en 4^{ème} d° : $F K_3 = f K_4$

$$d'où \quad \frac{K_1}{K_2} = \frac{K_2}{K_3} = \frac{K_3}{K_4}$$

ce qui montre que le choix des rapports de démultiplication doit être tel que les différentes valeurs en soient en progression géométrique.

§. 2 - DISPOSITIFS DE CHANGEMENT DE VITESSE.

De tous les dispositifs de changement de vitesse inventés et réalisés pour l'automobile, les seuls qui aient résisté à l'épreuve de l'usage sont ceux constitués par des jeux de pignons guidés sur un arbre d'entraînement commun et pouvant coulisser sur cet arbre de façon à ce que chacun de ces pignons puisse venir en prise avec le pignon approprié calé sur un arbre de commande parallèle au premier.

Les schémas ci-après représentent de quelle façon ce dispositif est communément réalisé pour un changement de vitesse comportant une marche arrière (1) et 4 vitesses, dont la 4^{ème} en prise directe.

Le schéma 86 figure le dispositif avec baladeur uni-

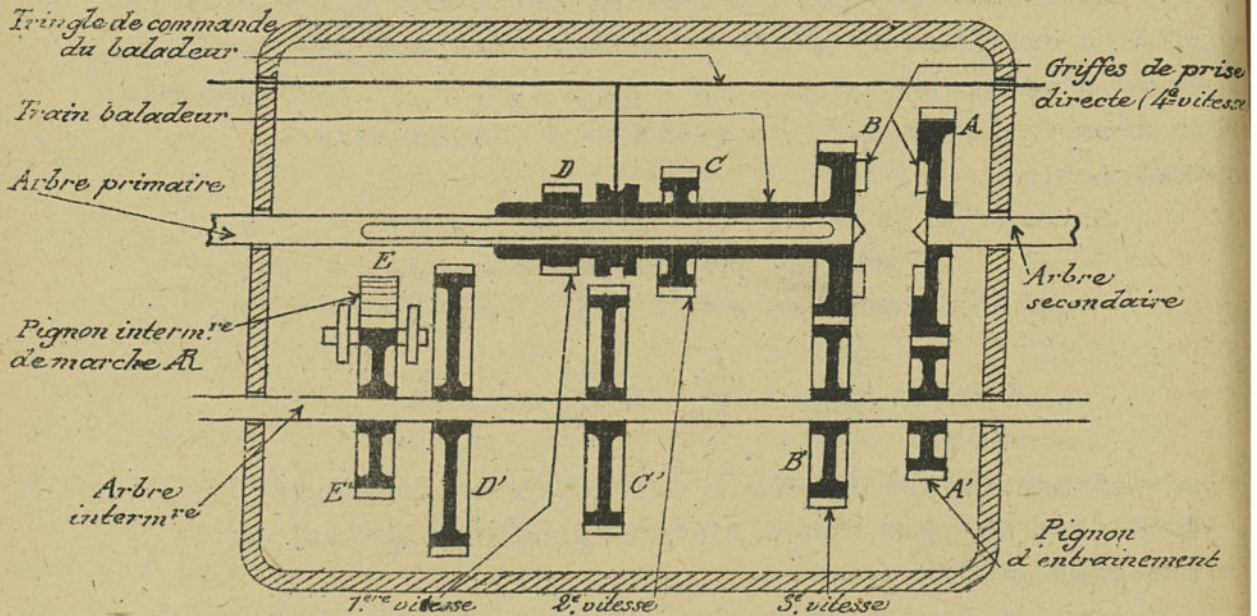


Fig. 86

(1) Pour la marche arrière, une roue dentée auxiliaire s'interpose entre les engrenages de l'arbre intermédiaire et ceux du train baladeur, provoquant ainsi le changement du sens de la marche, puisqu'avec 3 roues dentées on obtient finalement une rotation en sens contraire de celle donnée par deux pignons, c'est-à-dire la marche arrière.

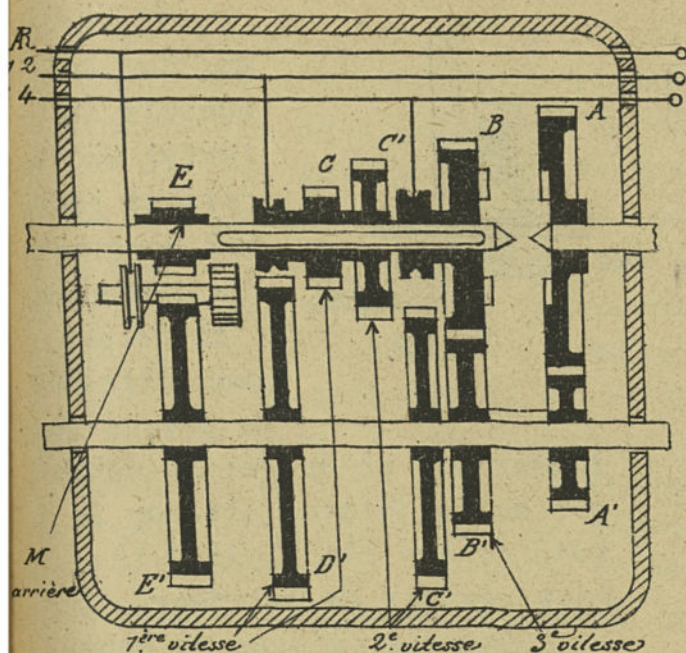


Fig. 87

les positions de 2^{ème} et 3^{ème} vitesses.

Il ressort tout de suite de l'examen de ces deux schémas que l'avantage du second système réside dans la diminution de la longueur des arbres et surtout de la portée des arbres; la boîte de vitesse est ainsi plus silencieuse et, pour la même puissance, plus légère, les sections nécessaires aux arbres étant moins importantes.

Dans le 2^{ème} schéma, le baladeur de marche arrière est constitué par le pignon intermédiaire; celui de l'arbre primaire étant calé sur cet arbre, il en résulte une nouvelle économie de longueur d'arbres.

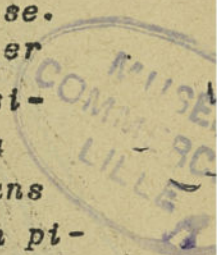
Commande des baladeurs. - Dans le cas d'un baladeur unique, le levier, placé sous la main du conducteur, peut se déplacer sur un secteur unique, un linguet ou verrou porté par ce levier servant à le fixer à la position qu'on lui donne, en s'engageant dans des orans ménagés aux endroits voulus sur le secteur.

La figure 88 représente le dispositif nécessaire pour assurer la commande des baladeurs multiples à l'aide d'un seul levier. Le secteur, en pareil cas, est double ou triple, suivant le nombre des baladeurs, et dit "à grille" d'après l'aspect qu'il présente vu par en-dessus.

que; le schéma 87 figure le dispositif avec 3 baladeurs dont un pour la marche arrière.

Dans les deux, la 3^{ème} vitesse est figurée en prise.

Dans le 1^{er} schéma, la position neutre ou point mort, dans laquelle aucun pignon n'est en prise, se trouverait entre



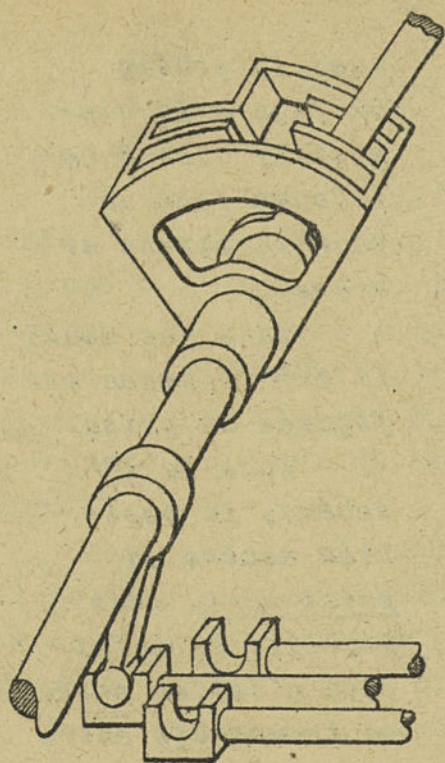


Fig. 88

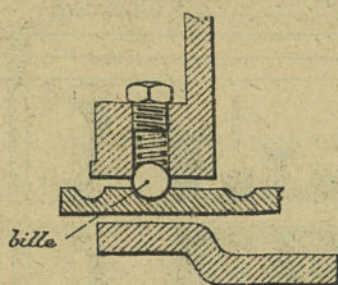


Fig. 89

Le conducteur doit mouvoir le levier en le faisant pivoter pour prendre l'une ou l'autre des deux vitesses de chaque ba-

ladeur et, en outre, le déplacer en le faisant glisser le long de son pivot quand il veut changer de baladeur.

On voit qu'avec un semblable dispositif il est nécessaire de verrouiller les tringles des baladeurs dont deux sont toujours abandon-

nées à elles-mêmes à la position neutre. Ce verrouillage est généralement obtenu par un petit piston ou une bille (fig. 89) maintenu dans un logement pratiqué dans la paroi qui sert de guidage à la tringle dans le carter de la boîte de vitesse, et pressé contre la tringle du baladeur par un ressort. Cette tringle porte une encoche où vient se loger en partie le piston ou la bille qui forme ainsi verrou, sans toutefois s'opposer suffisamment à l'effort de la main du conducteur sur la poignée du levier.

§. 3 - FONCTIONNEMENT DU CHANGEMENT DE VITESSE.

Etudions, par exemple, le changement de vitesse à train baladeur unique et supposons-le en 4^{ème} vitesse : le baladeur est repoussé à l'extrémité droite de sa course contre le pignon A de l'arbre secondaire et les griffes sont en prise, c'est-à-dire que les arbres secondaire et primaire ne font

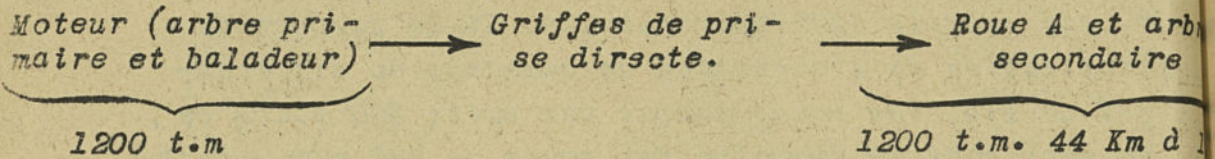
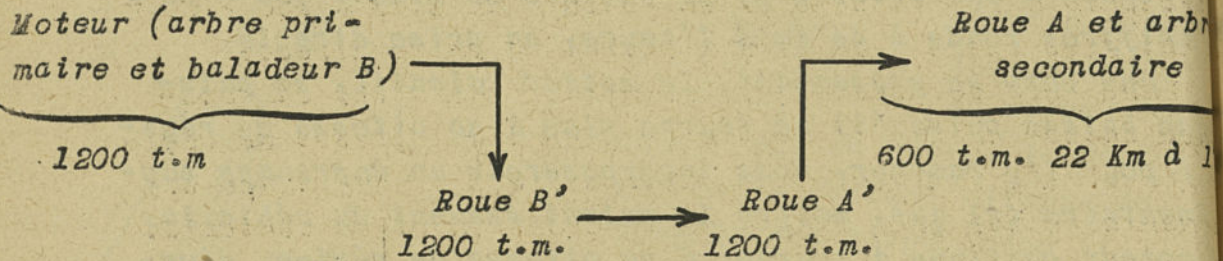
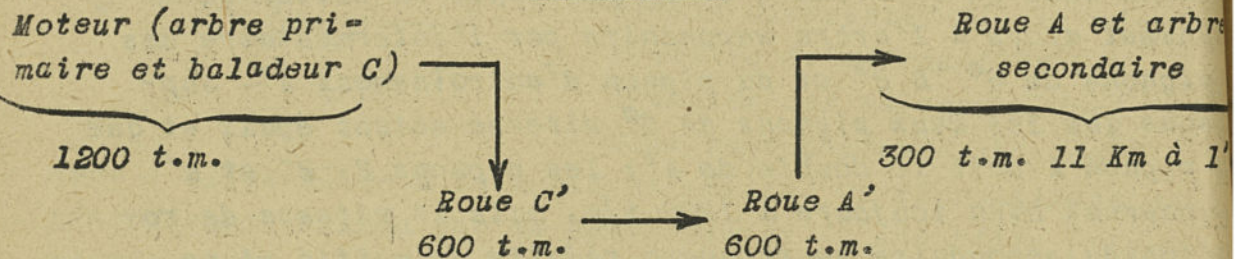
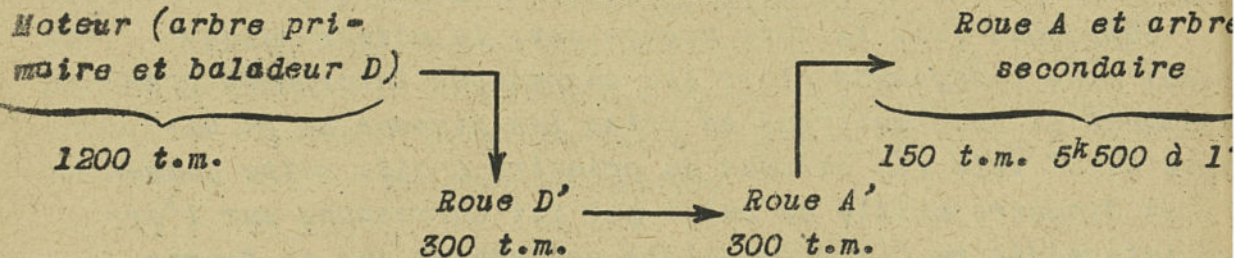
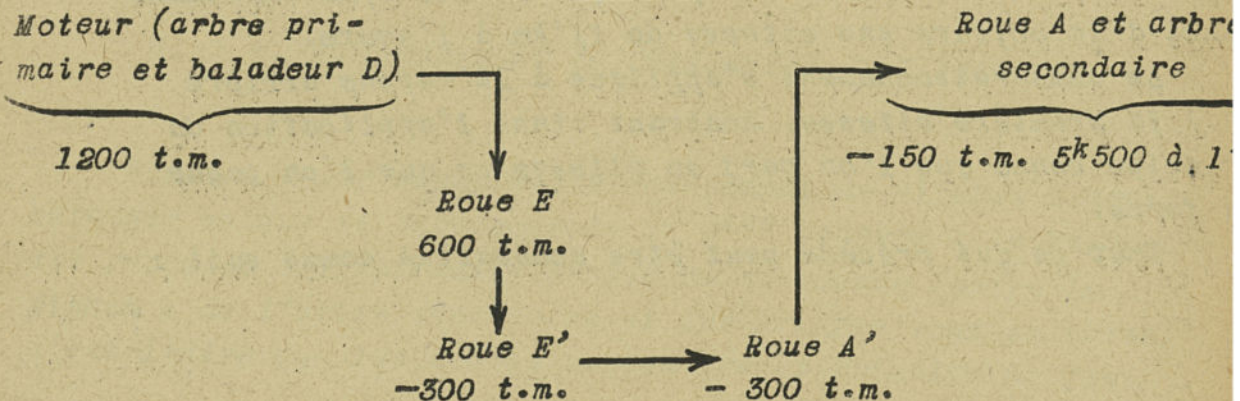
Plus qu'un ensemble tournant à la vitesse de rotation du moteur, par exemple 1200 tours-minute. Si le rapport de multiplication de l'engrenage de commande du différentiel est de $1/4$, les roues feront par suite 300 tours ce qui, en supposant le diamètre des roues de 780 m/m, c'est-à-dire leur circonférence de $3,14 \times 0,780 = 2^m,45$ environ, correspond à une vitesse de la voiture de $2,45 \times 300 \times 60 =$ en chiffres ronds à 44 Km à l'heure, en prise directe.

Une côte se présentant, le moteur ralentit, sa puissance baisse puisqu'il ne tourne plus à sa vitesse de régime : pour l'y ramener, nous interposerons un engrenage supplémentaire tel que, malgré le ralentissement du véhicule, le moteur continue à tourner à sa vitesse de régime, développant ainsi la puissance maxima dont il est capable. Nous passons donc en 3^e vitesse et la puissance du moteur se transmet alors à l'arbre secondaire par l'intermédiaire des pignons de 3^e $B B'$ et du pignon d'entraînement A' . Supposons que les deux pignons de 3^e vitesse soient égaux et que le pignon A soit le double de A' ; les pignons B, B' et A' tourneront bien toujours à 1200 t/m, mais la vitesse de rotation du secondaire se trouvera réduite de moitié et ne sera plus que de 600 t/m, c'est-à-dire que le véhicule avancera plus qu'à l'allure de 22 Km à l'heure.

Supposons que, la côte augmentant, le moteur ralentisse, nous changerons alors les engrenages interposés précédemment et nous mettrons en prise les pignons de 2^e vitesse C, C' tels que la roue du primaire C ait, cette fois-ci, un diamètre moitié de celui qui lui correspond sur l'arbre intermédiaire C' ; c'est alors ce dernier qui ne tourne plus qu'à 600 tours, alors que la vitesse de A , encore une fois réduite de moitié n'est plus que de 300 t/m, imprimant ainsi à la voiture une vitesse de 11 km à l'heure.

Le même raisonnement s'applique à la marche arrière et à la première vitesse, montrant ainsi l'application du principe connu que l'on perd en vitesse ce que l'on gagne en force.

Tout ce qui précède peut être schématisé comme suit :

Prise directe 4^e vitesse.3^e Vitesse2^e Vitesse1^e Vitesse.Marche arrière.

§. 4 - MANOEUVRE DU CHANGEMENT DE VITESSE.-

Cette manoeuvre est la plus délicate dans la conduite d'une voiture. Elle exige, pour être correcte, l'application des principes

1°) Pour passer du point mort à la première vitesse, débrayer à fond et ATTENDRE que les pièces en mouvement aient perdu leur force vive. En effet, avant le débrayage, la roue D (fig. 86) tourne avec le moteur; elle doit venir en prise avec D' immobile; on ne peut engrener, dans ces conditions; il faut mettre les deux dentures AU DIAPASON et, pour cela, attendre que la roue D soit arrêtée (ou presque, car une lente rotation facilite évidemment la recherche de la coïncidence d'une dent et d'un creux).

2°) Pour passer d'une vitesse inférieure à celle immédiatement supérieure, il faut accélérer le moteur, débrayer à fond et passer sans hésitation au cran suivant.

En augmentant l'allure à la première vitesse, on prépare le passage à l'allure de la 2^e sans transition brusque.

Pendant la période de marche en 1^{ère} vitesse, la périphérie de la roue D tourne à la même vitesse que celle de D', c'est-à-dire que celle de C tourne 2 fois plus vite que celle de C'. Or, pour la mise au diapason, il faut augmenter la vitesse de rotation de C' par rapport à celle de C : l'accélération de l'allure, immédiatement avant le changement de la vitesse, provoque le résultat cherché, puisque après une période d'accélération générale, celle de débrayage correspond à un ralentissement insignifiant de C' entraîné par la masse de la voiture et à une diminution très rapide de la vitesse de rotation de C en liaison seulement avec le cône d'embrayage dont la très faible masse lui assure une très faible inertie; par suite, la mise en harmonie des vitesses périphériques à accoupler est très rapide.

Enfin, la possibilité d'accélérer l'allure du moteur démontre la capacité, pour ce dernier, de supporter la vitesse supérieure et évite, de ce fait, toute manoeuvre prématurée.

3°) Pour passer d'une vitesse donnée à la vitesse inférieure, débrayer légèrement et passer au cran voisin.

Pendant la marche en 3^e vitesse, par exemple, l'arbre primaire et l'arbre intermédiaire tournent à la même vitesse, puisque les diamètres de B et B' sont égaux. La vitesse périphérique de C' est le double de celle de C. Pour la mise au diapason des dentures C et C', il suffit de ralentir C' ce qui a lieu automatiquement pendant le passage du baladeur, en vertu de l'action retardatrice qui agit sur les roues ainsi que sur l'arbre secondaire et qui, justement, est la raison de la manoeuvre envisagée. La mise au point est encore facilitée par l'accélération de C entraîné par le moteur qui, se trouvant subitement déchargé, voit sa vitesse augmenter de ce fait.

A ce sujet, il y a lieu de mettre en garde contre une manoeuvre prématurée, cause de toutes les difficultés rencontrées à la descente des vitesses et due à une fausse évaluation du ralentissement de l'allure du véhicule.

Nous aurons terminé ce qui concerne la manoeuvre des changements de vitesse en disant que dans la pratique courante, on ne doit pas descendre la gamme des vitesses pour s'arrêter; en d'autres termes, ne se servir du changement de vitesse comme frein que dans les cas désespérés; la difficulté de la manoeuvre, pour une voiture non ralentie, est d'ailleurs la meilleure garantie contre l'abus d'une telle opération.

En cas de traversée délicate d'agglomérations encombrées, ne pas hésiter, après ralentissement, à prendre une vitesse inférieure, car on est toujours beaucoup plus maître de sa voiture avec une petite multiplication qu'avec une grande, par suite du freinage plus violent par le moteur (voir plus loin).

Enfin, à l'arrêt, avoir toujours soin de mettre le levier de changement de vitesse au point mort. Il ne faut pas, en effet, qu'en lâchant par inadvertance la pédale de débrayage, la voiture arrêtée se mette à bondir ou le moteur à caler, ou encore, après un long stationnement, qu'elle s'avance, menaçante, sur le chauffeur en train de lancer le moteur.

§. 5 - PANNES DE CHANGEMENT DE VITESSE.-

Le seul accident qui puisse se produire est la rupture d'une dent et, généralement, d'une dent du baladeur : dans ce cas, il faut immédiatement la rechercher dans le carter et l'en extraire pour éviter que ce débris, entraîné par la rotation des engrenages, ne vienne à se loger entre eux et à tout détruire; on peut alors continuer à marcher jusqu'au retour à l'atelier en prenant bien soin de ne pas utiliser la vitesse détériorée.

Normalement, les pignons et les axes d'un changement de vitesse sont, pour ainsi dire, inusables, à la condition d'être convenablement graissés. Il y a, en outre, lieu de procéder, de temps en temps, à un nettoyage complet pour éliminer le cambouis et surtout la limaille métallique qui se produit par le frottement continu des dents en prise.

Il est, en outre, indispensable de surveiller le réglage des tiges de commande qui doit être tel que les roues du baladeur prennent bien dans toute leur largeur avec celles de l'arbre intermédiaire, faute de quoi il se produirait une usure prématurée des dents ne travaillant que sur une partie de leur largeur.

Sur certaines voitures usagées, le levier de changement de vitesse abandonne parfois, à intervalles plus ou moins rapprochés, la position qui lui est assignée. Cette instabilité provient généralement du lâche des ressorts verrouillant soit le levier lui-même, soit les tiges de commande des baladeurs. Il faut alors leur rendre leur tension primitive, soit en les remplaçant, soit en leur donnant du dur ce qui, dans le cas d'une boîte à plusieurs baladeurs, peut exiger souvent un travail de démontage assez considérable, étant donné les difficultés d'accès en présence desquelles on peut se trouver.

CHAPITRE IX .

TRANSMISSION PROPREMENT DITE.
CHAINES - CARDAN LONGITUDINAL.
CARDANS TRANSVERSAUX.
COMPARAISON DES DIVERS SYSTEMES.
ESSIEU ARRIERE - DIFFERENTIEL.

On appelle transmission proprement dite l'ensemble des organes destinés à relier le changement de vitesse aux roues motrices pour leur transmettre le mouvement.

La nécessité d'un mécanisme spécial résulte de ce que l'arbre secondaire du changement de vitesse qui donne le mouvement est fixé rigidement au châssis, tandis que les

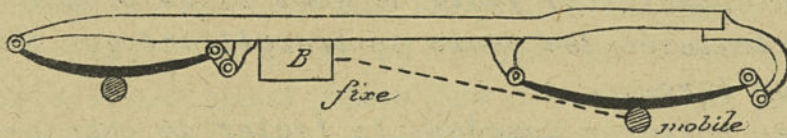


Fig. 90.

roues motrices, qui le reçoivent, sont assujetties à s'en

écarter ou à s'en rapprocher suivant la déformation des ressorts de suspension auxquels elles sont attachées.

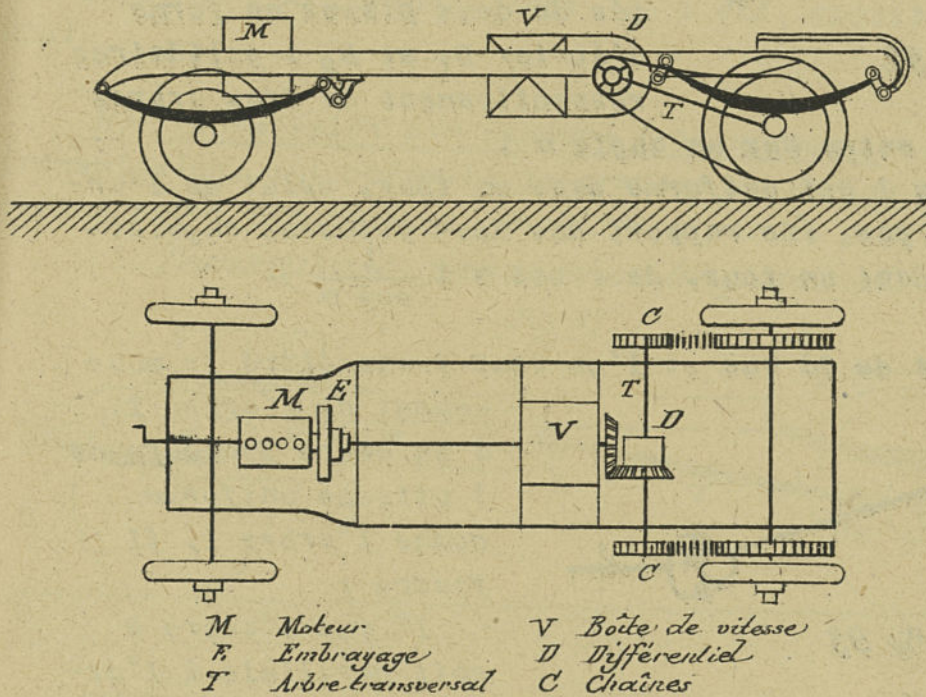
Les deux modes de transmission les plus employés sont :
 la transmission par chaîne;
 la transmission par arbre rigide et joints spéciaux dits "à la Cardan", du nom de son inventeur (Italien - XVI^e Siècle).

§. 1 - TRANSMISSION PAR CHAÎNE .-

L'essieu arrière est uniquement porteur; les roues motrices, montées folles sur les fusées, portent des couronnes dentées qui sont reliées au moyen de chaînes à des pignons dentés calés sur un arbre dit "arbre transverse"; celui-ci est, lui-même, commandé par une couronne conique dentée, en prise avec un pignon d'angle, qui reçoit le mouvement de l'arbre secondaire de la boîte de vitesse. La chaîne, organe de transmission, souple par nature, se prête à toutes les déformations.

Abandonné sur les voitures légères à cause de son mau-

vais rendement et du bruit qu'il produit, ce mode de transmission est très répandu dans les véhicules de poids lourds parce que, outre l'avantage de donner un poids aussi réduit que possible pour l'ensemble non suspendu roues-essieu, ce qui



M	Moteur	V	Boîte de vitesse
E	Embrayage	D	Différentiel
T	Arbre transversal	C	Chaînes

Fig. 91

améliore notablement la tenue à la route, il permet d'obtenir très facilement la grande démultiplication recherchée dans ce cas.

§. 2 - TRANSMISSION PAR CARDANS.-

Les joints dits "à la cardan" permettent de transmettre, par des arbres rigides, un mouvement de rotation entre deux axes pouvant se déplacer l'un par rapport à l'autre sous certaines conditions.

Un joint à la cardan constitue une sorte de genouillère qui se compose schématiquement d'une pièce en forme de croisillon C, dont les extrémités peuvent tourillonner deux à deux dans les extrémités de deux pièces en forme d'étrier D_1 et D_2 , solidaires respectivement de deux arbres

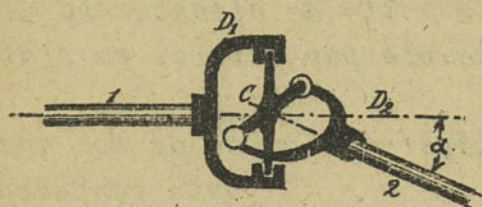


Fig. 92

1 et 2 faisant entre eux un angle α .
tion de l'arbre 1 est uniforme dans un tour, celui de l'arbre 2 ne l'est pas. (Le rapport des deux vitesses angulaires varie, pendant un tour, de $\cos \alpha$ à $\frac{1}{\cos \alpha}$).

Il ressort de là que si l'on veut transmettre le mouvement de l'arbre 1

à un arbre 3, tournant à vitesse uniforme comme l'arbre 1, il faudra :

1° que l'arbre 3 soit parallèle à l'arbre 1 ;



Fig. 93

à un arbre 3, tournant à vitesse uniforme comme l'arbre 1, il faudra :

1° que l'arbre 3 soit parallèle à l'arbre 1 ;

2° interposer deux joints de cardan, à condition toutefois que les étriers de l'arbre intermédiaire soient dans le même plan.

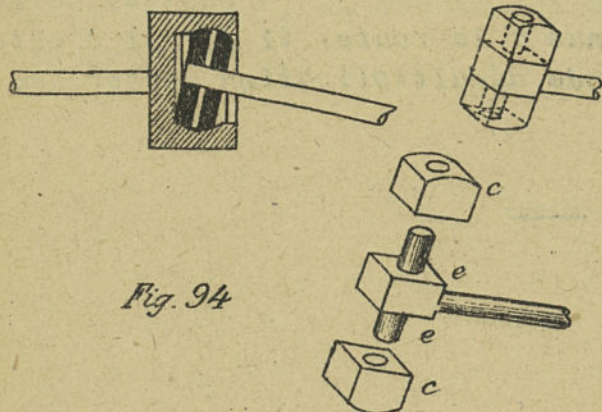


Fig. 94

Une des dispositions les plus fréquemment employées pour les joints et appelée

parfois joint à dés, est représentée par les figures 94, où l'un des axes d'articulation est remplacé par les faces arrondies de deux coussinets *c*, enfilés sur les axes *e*, solidaires de l'arbre conduit.

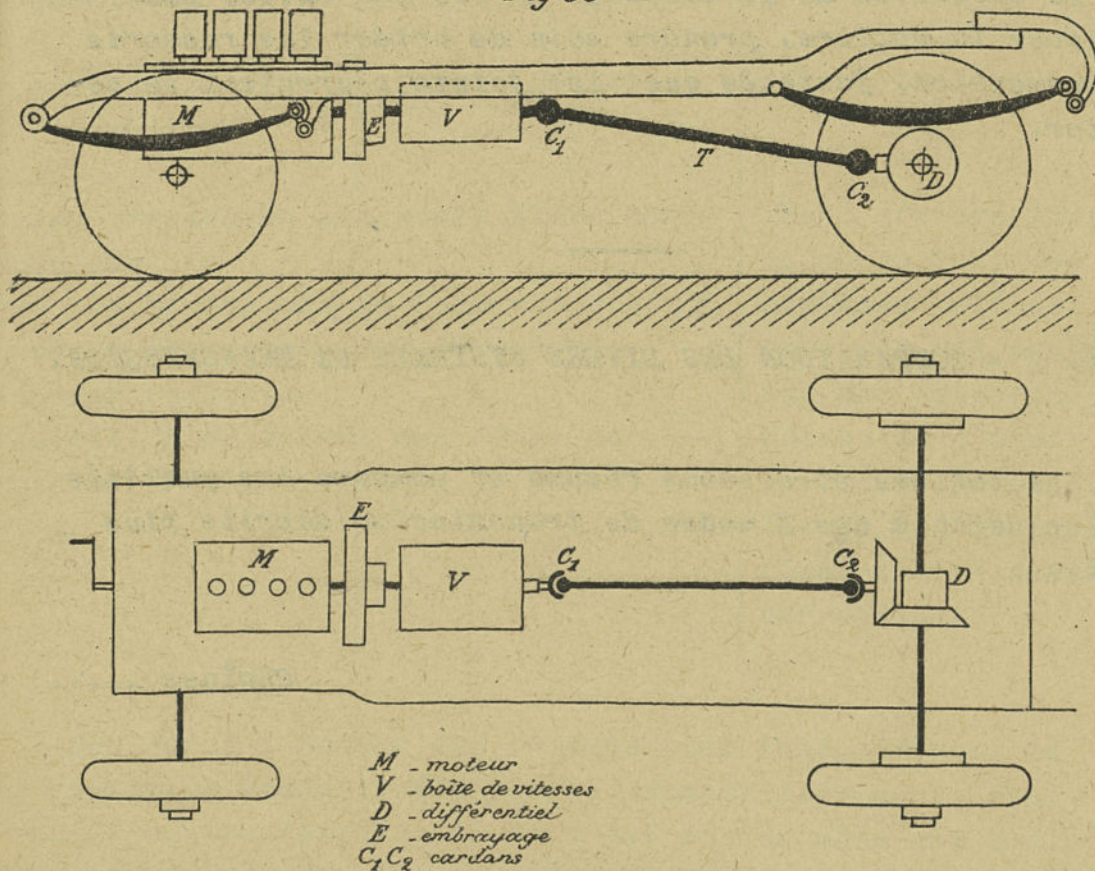
a) Cardan longitudinal. - La transmission par cardan longitudinal consiste à réunir l'arbre secondaire à sa sortie de la boîte de vitesse à l'arbre de commande de l'essieu arrière, par un arbre longitudinal muni de joints à la cardan.

L'essieu arrière actionne directement les roues motrices, grâce à un couple d'engrenages coniques; le pignon d'angle d'attaque est relié à l'arbre secondaire de la boîte de vitesse par l'arbre longitudinal muni des 2 joints de cardan dont il a été question plus haut.

b) Transmission par cardans transversaux. - Ce mode de transmission, qui présente de grandes analogies avec la transmission par chaînes, en diffère par ce fait que l'ar-

Transmission par cardan longitudinal.

Fig. 95



bre transverse, au lieu d'être rigide et de porter des pignons de chaîne, est brisé par des joints de cardan qui permettent d'actionner directement les roues au moyen d'un élément d'arbre à travers les fusées d'essieu qui sont creuses.

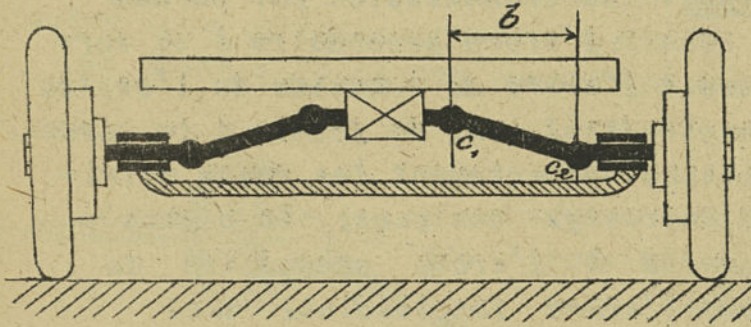


Fig. 96

Dans les poids lourds, où il faut obtenir une plus grande démultiplication, chaque demi-arbre transverse avec ses deux joints de cardan actionne un pignon

en prise avec une couronne dentée portée par la roue motrice correspondante. (Voir Tracteurs Latil).

Dans cette disposition, l'inclinaison des arbres à cardans transversaux sur l'horizontale variant avec la charge portée par le véhicule, il est nécessaire d'organiser à coulissement l'un des 2 joints C_1 ou C_2 pour permettre la variation de la distance b et, par suite, pour soulever la voiture, prendre soin de brider les ressorts de suspension, faute de quoi les joints pourraient se déboîter.

§. 3 - COMPARAISON DES DIVERS SYSTEMES DE TRANSMISSION.

Le tableau ci-dessous résume et compare les qualités et les défauts des 3 modes de transmission décrits plus haut :

Chaînes

CHAÎNES	CARDANS	
	transversaux	longitudinal
mauvais rendement par temps de boue, celle-ci en pénétrant dans les mail- lons augmente les frottements.	excellent rendement par tous les temps dû à la facilité avec laquelle on peut protéger les joints de l'eau et de la boue.	
Nécessité d'un réglage fréquent par suite de l'allongement des chaînes.	Très grande simplicité : pas de réglage.	
Bruit	Absence totale de bruit.	
Rupture de chaîne fréquente.	Robustesse à toute épreuve.	
Réparation facile sur la route.	En cas d'avarie, irréparable sur route.	
Essieu arrière en une seule pièce sans mécanisme. Tous les mécanismes de commande sont protégés des cahots par la suspension des ressorts. Possibilité de donner aux roues un léger carrossage.	Pont arrière lourd et comportant des mécanismes délicats non protégés des cahots par des ressorts. Nécessité d'avoir les roues perpendiculaires à l'essieu, c'est-à-dire sans carrossage.	

Les soins à donner aux cardans sont insignifiants et les accidents auxquels ils peuvent donner lieu sont, pour ainsi dire, inexistant; il n'en est pas de même des chaînes qui doivent être l'objet de soins attentifs.

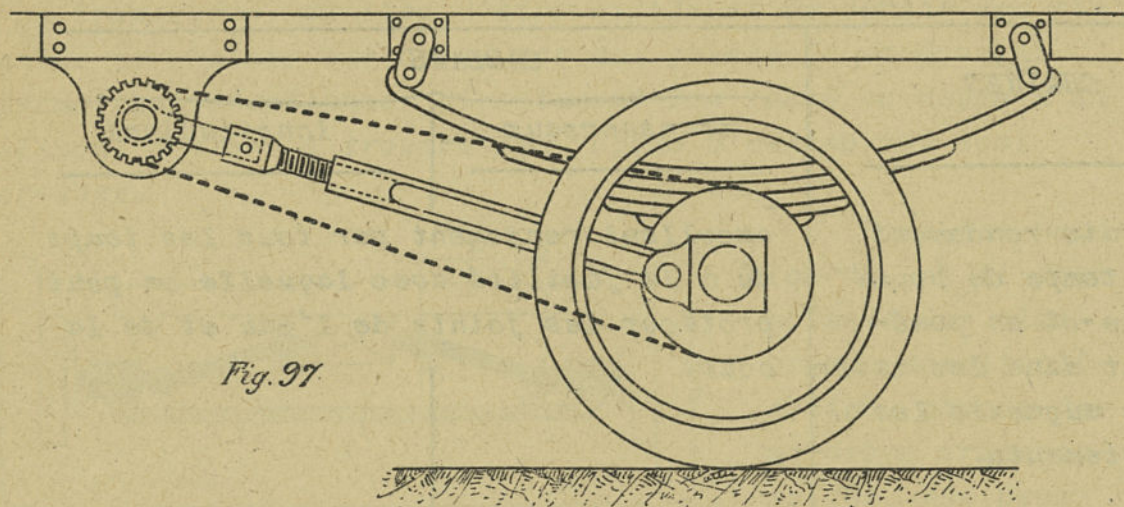


Fig. 97

Il faut veiller à ce que, des deux côtés, la tension soit égale : à cet effet, l'essieu arrière est relié au châssis par deux barres dont la longueur est réglable pour permettre, par un allongement judicieux, de rattraper le mou que prend une chaîne en service. Ces barres servent, en outre, à transmettre la poussée et soulagent ainsi les ressorts, ainsi qu'il sera expliqué plus loin (fig. 97).

La chaîne ne doit ni trop flotter, ni brider : une chaîne trop tendue augmente les frottements; trop lâche, elle risque de sortir des pignons. Une chaîne peut être considérée comme bien tendue quand, la voiture étant au repos, les freins desserrés, les deux brins dessinent une légère courbe.

Il faut toujours avoir quelques maillons de rechange, quelques rivets et un boulon de fermeture, car un maillon peut toujours se casser par suite de l'usure due à la boue et à la poussière qui forment émeri et usent les surfaces frottantes.

§. 4 - ESSIEU ARRIERE - DIFFERENTIEL.

Ainsi qu'il vient d'être expliqué, dans le cas d'arbre à cardan longitudinal, la transmission aux roues du mouvement se fait par l'intermédiaire de l'essieu arrière qui est

à la fois porteur et moteur, alors que dans les systèmes à chaînes, il est simplement porteur.

L'essieu arrière comporte donc un tube porteur rigide (pont arrière) à l'intérieur duquel un arbre moteur, sur lequel sont calées les roues, anime celles-ci d'un mouvement

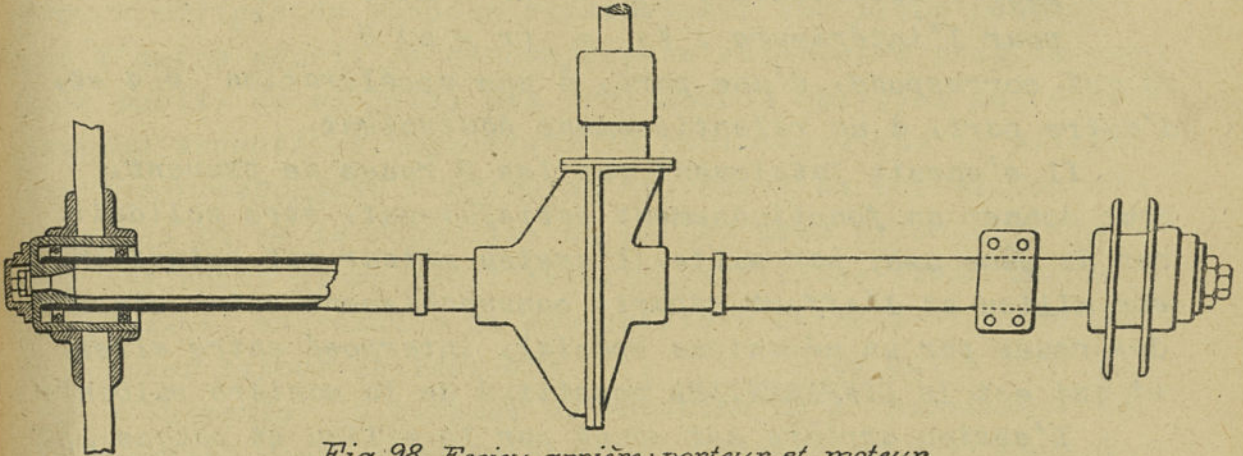


Fig. 98. Essieu arrière: porteur et moteur.

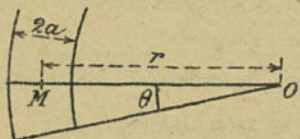
de rotation qui lui est transmis par le couple d'engrenages coniques le mettant en relation avec l'arbre longitudinal à cardan.

Les ressorts de suspension s'appuient sur le tube porteur du pont arrière dont les 2 extrémités sont terminées par un chemin de roulement (fusée) formant axe de rotation pour les roues, entraînées elles-mêmes par l'arbre moteur.

Dans ces conditions, les deux roues calées sur le même arbre seraient liées dans leur mouvement et, par suite, dans la nécessité de tourner ensemble dans toutes les circonstances, ce qui est contraire aux nécessités de la pratique.

Considérons, en effet, une voiture avançant sur une ligne droite : ses deux roues tournent à la même vitesse; elle s'engage dans un virage, on voit alors très nettement que la roue qui est à l'intérieur de la courbe ne tourne plus que lentement, tandis que la roue extérieure tourne beaucoup plus vite.

Si nous appelons θ la vitesse angulaire de l'ensemble de la voiture sur le virage de centre O , V la vitesse propre du point M , milieu de l'essieu arrière situé à une distance r de O , on a :



$$V = r \theta$$

Si $2a$ est la longueur de l'essieu arrière, le tournant sera correct si les vitesses des 2 roues sont :

$$\text{pour l'extérieure : } V_2 = (r + a) \theta$$

$$\text{pour l'intérieure : } V_1 = (r - a) \theta$$

ce qui correspond, d'une part, à une accélération θa et, d'autre part, à un ralentissement équivalent.

Il s'ensuit fatalement que les 2 roues ne peuvent, pour donner un fonctionnement satisfaisant, être solidaires du même axe; par suite, l'essieu moteur est scindé en son milieu et l'effort réparti convenablement entre chacune des roues par un mécanisme spécial, interposé entre elles, et qui est le DIFFERENTIEL constitué de la manière suivante :

L'essieu arrière est coupé par le milieu et chaque 1/2 essieu, à l'une des extrémités duquel est montée une roue, porte, à l'extrémité interne centrale, une couronne dentée PP' (planétaire); celle-ci engrène avec 2 ou 4 petits pignons SS' (satellites), généralement montés sur une pièce en forme de croix (croisillon), dont les branches ont l'ex-

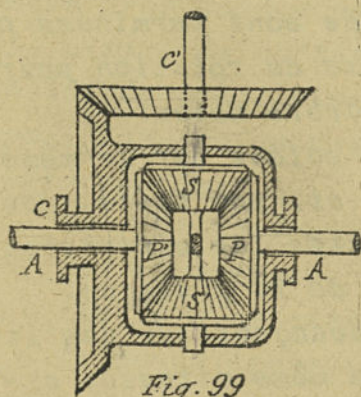


Fig. 99

trémité engagée dans des logements ménagés à cet effet dans une boîte cylindrique (coquille) solidaire de la grande couronne C à laquelle le pignon conique C' transmet le mouvement de l'arbre à cardan longitudinal.

D'après ce qui précède, l'effort moteur se trouve transmis de la grande couronne au croisillon supportant les SATELLITES par l'intermé-

diaire de la coquille.

Si les deux demi-essieux AA' rencontrent pour tourner la même résistance, les efforts résistants qu'ils transmettent aux pignons SS' sont égaux et ceux-ci, libres autour de la branche du croisillon sur laquelle chacun d'eux est monté, ne tourneront pas, tels le fléau d'une balance sur les deux plateaux de laquelle sont des charges égales; l'ensemble : couronne - satellites - planétaire - formera un tout dont les différentes pièces seront immobiles les unes par rapport aux autres et qui tournera d'un bloc comme si le différen-

tiel n'existait pas : c'est ce qui se produira lorsque la voiture circulant en alignement droit, les 2 roues seront sollicitées de tourner à la même vitesse.

Au moment où, dirigée par les roues avant, la voiture vient à s'inscrire dans une courbe, la roue intérieure A se trouve obligée de pivoter relativement sur place pendant que l'autre décrit la circonférence extérieure plus longue : elle subit, de ce fait, des frottements obliques qui absorbent du travail et augmentent la résistance que le planétaire correspondant P offre au mouvement du croisillon solide, on se le rappelle, de C. Les deux efforts transmis par les roues et agissant sur les satellites étant dès lors inégaux, il en résulte un déséquilibre et ceux-ci se mettent à tourner autour de leur axe, ce qui a pour effet d'augmenter la vitesse de rotation de A' exactement de la quantité dont la résistance supplémentaire appliquée à A avait ralenti ce dernier, ce qui correspond justement aux conditions nécessaires à un bon virage telles que nous les avons définies plus haut.

En résumé, grâce au différentiel, l'effort unique du moteur se trouve réparti entre chaque roue, proportionnellement aux résistances qu'elles éprouvent et sa vitesse se décompose en deux autres dont la somme reste constante, telles que leur rapport soit automatiquement égal à celui des chemins à parcourir.

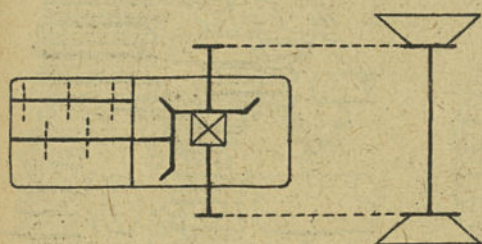


Fig. 100

Il est évident que le même problème se présente dans les voitures à commande par chaîne; la solution adoptée est la même, avec cette différence qu'au lieu de l'essieu arrière, c'est l'arbre transverse qui est coupé en

deux parties sur lesquelles sont calés les planétaires du différentiel; celui-ci est alors fixé rigidement au châssis et, par suite, n'est plus soumis directement aux chocs dus aux inégalités de la route, ce qui constitue un des avantages énoncés plus haut de la transmission par chaîne (fig. 100).

DIFFÉRENTIEL À PIGNONS DROITS. - Certains constructeurs remplacent les pignons coniques entrant dans la constitution du différentiel précédemment décrit, par des roues droites

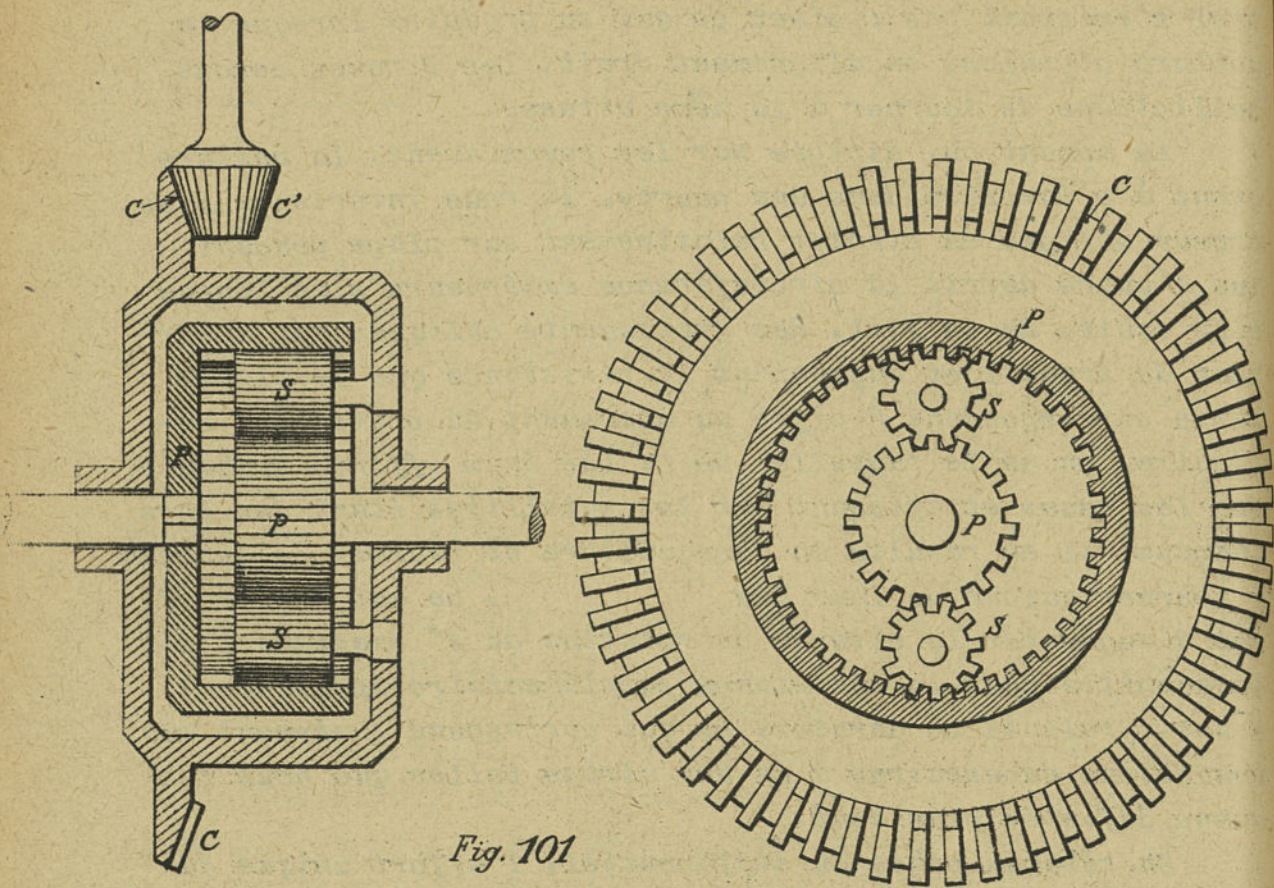


Fig. 101

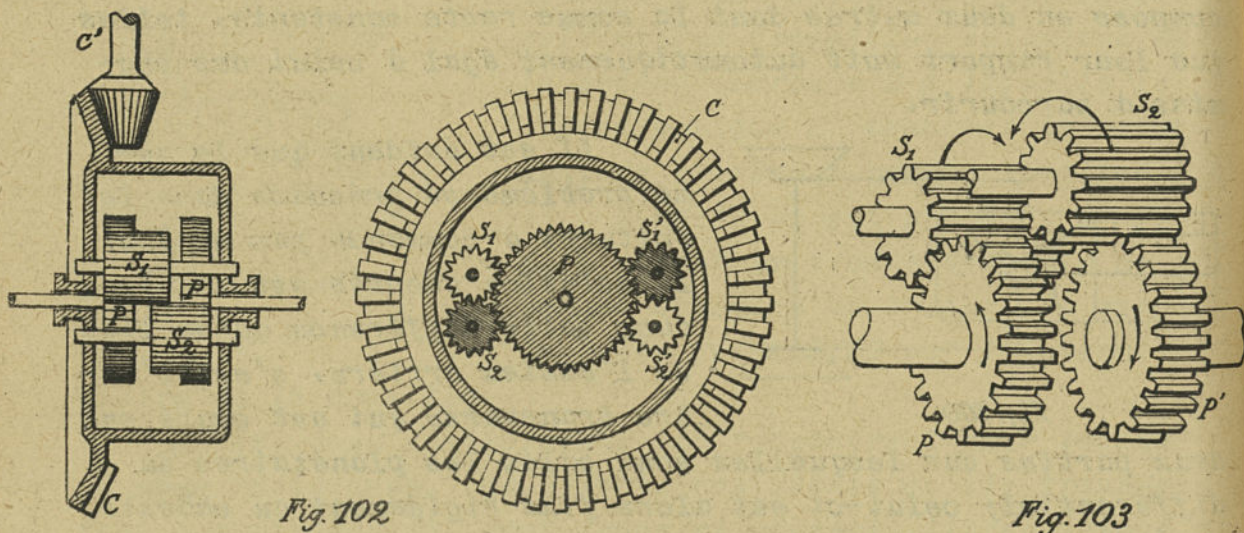


Fig. 102

Fig. 103

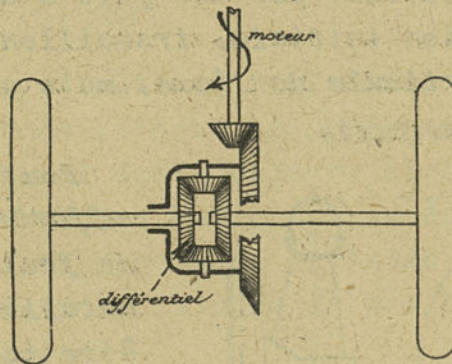
dentées : deux dispositifs peuvent alors être adoptés : l'un (fig. 101) nécessite la présence d'une couronne à denture intérieure; dans l'autre (fig. 102), chaque satellite est remplacé par un couple de deux pignons engrenant ensemble et dont

chacun d'eux seulement engrène avec un des planétaires. De ces 2 pignons, l'un joue le rôle de satellite proprement dit, alors que son voisin fonctionne comme pignon de renversement, afin de pouvoir venir également rouler sur le second planétaire.

§. 5 - PANNES DE DIFFERENTIEL.

Quoi qu'il en soit, le différentiel ne donne généralement aucun ennui; la seule précaution est de le graisser avec soin et abondamment, en veillant à ce que le niveau de lubrifiant ne dépasse pas la hauteur des essieux, faute de quoi, l'huile s'écoulant le long de ceux-ci viendrait se répandre sur les freins, rendant illusoire leur action retardatrice.

Le seul accident pouvant atteindre le différentiel est la rupture d'une dent : dans ce cas, pour voir le dégât limité à cette rupture et, lorsque les circonstances ne permettent pas un démontage sur place, il faut empêcher tout mouvement des engrenages en prenant la voiture en remorque, soit en enlevant les chaînes ou déclavetant les roues motrices, soit en soulevant l'arrière train.



CHAPITRE X.

ORGANES D'UTILISATION.ROUES EN BOIS ET METALLIQUES.BANDAGES PLEINS - BANDAGES PNEUMATIQUES.USURE ANORMALE DES BANDAGES.-

Les roues sont des organes essentiels et leur principale qualité est la solidité. Il existe actuellement 4 types principaux de roues : les roues en bois, les roues à rayons métalliques, les roues en acier coulé et les roues en tôle d'acier emboutie.

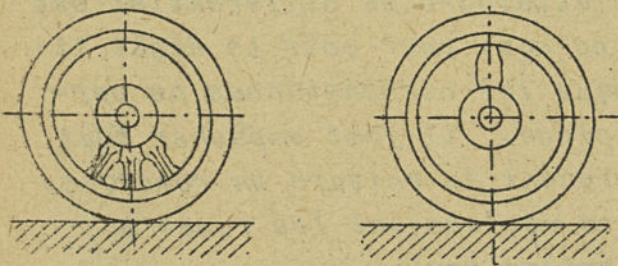


Fig. 104

Dans les roues en bois, et en acier coulé, les rais travaillent à la compression en passant sur la verticale de l'axe et au-dessous de ce dernier. Dans les roues à rayons métalliques, les rais constitués par des fils d'acier, montés avec une assez forte tension initiale, travaillent à la traction en passant par la verticale de l'axe, mais au-dessus du plan horizontal de la fusée.

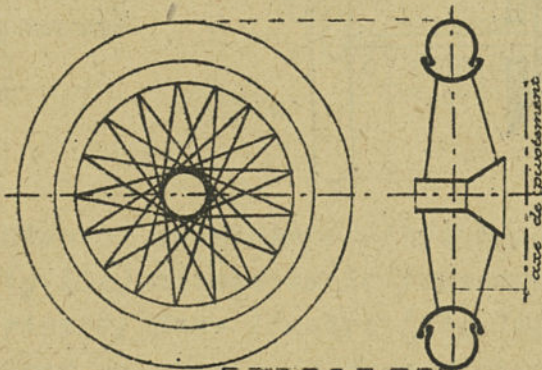


Fig. 105

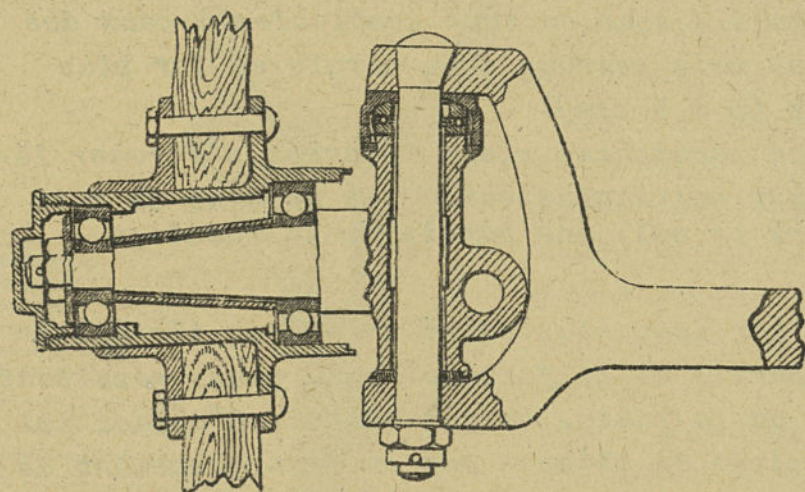
Pour résister aux efforts de traction et de freinage, les rais métalliques doivent être tangents à la surface cylindrique du moyeu. Pour résister aux efforts latéraux, les rais doivent, en outre, aller en s'é-

cartant vers le moyeu.

Les roues métalliques, remises à la mode ces dernières années par les roues amovibles, ont, semble-t-il, une résistance plus grande que les roues en bois aux chocs latéraux accidentels (rencontre de la bordure de trottoir par suite d'un dérapage).

Pour ce qui est du diamètre des roues, il varie entre 70 et 90 centimètres et il y a grand avantage à avoir les 4 roues égales, car on répartit ainsi le poids plus également, on diminue les possibilités de tête à queue et, enfin, il suffit d'un seul jeu de rechanges.

Les roues sont généralement montées sur leurs essieux avec des roulements à billes interposés entre le moyeu et la fusée de l'essieu lorsque celui-ci ne participe pas au mouvement de rotation (fig.106); dans le cas d'une transmission



Roulements annulaires et butée à billes dans le montage d'une fusée d'essieu avant.

Fig. 106

avec cardan longitudinal, le roulement à billes se trouve interposé entre le moyeu de la roue et le tube porteur (fig.98).

Le moyeu est fermé à son extrémité par un "chapeau

de roue" en cuivre qui met les roulements à billes à l'abri de la poussière et de la boue; sa présence est donc indispensable, par suite il doit toujours être serré à bloc et, en cas de perte, en cours de route, immédiatement remplacé par une toile épaisse fortement graissée et fixée avec une ficelle enroulée dans la rainure du pas de vis destiné au chapeau de roue absent.

Ainsi que nous l'avons vu, lorsque l'essieu arrière porte le différentiel, les roues arrière sont emmanchées sur cet essieu; la roue est entrée de force et il peut en résulter les plus grandes difficultés lorsque l'on a besoin

de la retirer : dans ce cas, il ne faut jamais frapper le moyeu, car on risque de tout fausser; il faut procéder avec précaution et employer un arrache-roues.

§. 2 - LES BANDAGES .-

a) - Les bandages pleins. - Pour les véhicules de poids lourds, les bandages employés sont, soit des bandages en fer, soit des bandages en caoutchouc plein. Les bandages en fer réalisent, toutes choses égales d'ailleurs, une adhérence moins grande que les bandages en caoutchouc. Il suffit de mentionner qu'ils sont en tout semblables à ceux des voitures ordinaires, mais pourvus d'un cercle en fer plus large et plus épais (5 à 9 c/m).

Les bandages en caoutchouc plein peuvent s'écraser légèrement, et répartir entre plusieurs rais voisins du rais vertical dirigé vers le sol, une partie de la réaction du sol.

D'autre part, par leur élasticité relative, ils absorbent une certaine partie de la force vive de choc, résultant de menus obstacles de la route, ce qui amortit d'autant les trépidations transmises au châssis par le franchissement de ces obstacles.

Les calibres des bandages pleins s'expriment par trois chiffres : le premier mesurant en millimètres le diamètre extérieur du cercle en fer de la jante d ; le deuxième,

la largeur du bandage à sa base l ; le troisième, la flèche f du bandage.

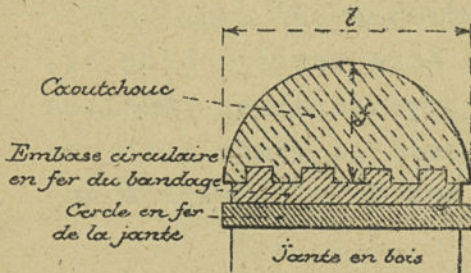


Fig. 107

Les bandages sont montés autour d'une embase circulaire en fer portant des stries annulaires destinées à retenir le caoutchouc.

Celui-ci doit être d'ailleurs vulcanisé dans une proportion beaucoup plus forte dans la région voisine de l'embase pour présenter une certaine fermeté. Il doit être beaucoup plus

plastique dans les parties moyennes et périphériques de la section pour remplir son objet. A cet effet, il contient beaucoup plus de caoutchouc pur que les enveloppes de pneumatiques. Le bandage, pourvu de son embase circulaire, est emmanché à la presse hydraulique sur le cercle en fer de la jante.

b) Les pneumatiques. - Un bandage pneumatique se compose :

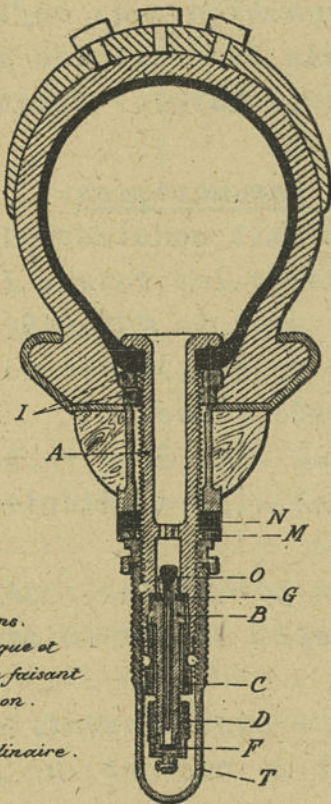
1° - d'un boudin en caoutchouc très élastique, étanche, qu'on peut gonfler d'air comprimé : c'est la chambre à air, dont le remplissage se fait par une valve spécialement étudiée pour assurer contre toute fuite, une fois celui-ci effectué.

2° - d'une enveloppe, en substance caoutchoutée, suffisamment plastique, très résistante et destinée autant à protéger la chambre à air contre sa propre pression interne que contre le frottement du sol.

3° - quelquefois, le pneumatique est entouré sur la partie de sa section en contact avec le sol, d'une armature métallique, qui joue le rôle d'antidérapant, et dans ce cas, il y a lieu de noter qu'il est indispensable de munir les DEUX roues arrière d'un anti-

dérapant et du même modèle, afin d'éviter tout travail anormal du différentiel.

On désigne le calibre des bandages pneumatiques par deux chiffres : le premier est le nombre de millimètres qui mesure le diamètre extérieur, l'autre le nombre de millimètres qui mesure le diamètre moyen du tore que représente le bandage. Les calibres couramment employés sont :



- A. corps de valve.
- B. pièce centrale.
- C. écrou long.
- D. chapeau ou bouchon.
- F. disque caoutchouc.
- G. rondelle caoutchouc.
- I. écrous plats à six pans.
- Met. N. rondelle métallique et rondelle caoutchouc faisant corps avec le capuchon.
- O. obtus ou clapet.
- T. écrou-capuchon ordinaire.

Coupe d'un pneu sur la valve.

Fig. 108

935 x 135

920 x 120

880 x 120

820 x 120

815 x 105

810 x 90, etc...

Malgré sa fragilité relative, les avantages du pneumatique sur le bandage plein sont très nombreux et en ont généralisé l'emploi pour toutes les voitures légères et même demi-légères, grâce à l'amélioration résultant du jumelage.

Le pneumatique possède, en effet, un coefficient d'adhérence supérieur à celui de tout autre bandage; il "boite l'obstacle" sans rien transmettre au véhicule lui-même, lorsque la dénivellation ou la saillie franchie ne dépasse pas 30 m/m; il n'est pas sujet au synchronisme; enfin, les trépidations se trouvent arrêtées dès leur origine par suite de la faible masse de l'air formant le matelas élastique.

USURE ANORMALE des bandages ou pneumatiques.

En dehors de l'usure due au travail considérable imposé à chaque moment aux bandages garnissant les roues, les principales causes d'usure accidentelle sont le NON PARALLELISME des roues avant, le voile d'une des roues, le non parallélisme des essieux ou, enfin, une fusée faussée.

Le tableau ci-dessous indique où doit être recherchée l'origine d'un tel défaut suivant les signes extérieurs de l'usure.

Usure égale mais trop rapide de la bande de roulement.

- 1° Roues avant non parallèles : déformation de la bielle de connexion.
- 2° Déplacement de l'essieu avant, soit par glissement du ressort sur l'essieu par suite de la rupture du boulon d'assemblage, soit par déformation ou bris d'une maîtresse lame.
- 3° Fusée faussée dans le sens horizontal, usure d'un seul bandage.
- 4° Différentiel grippé ou trop serré, mauvais virages.
- 5° Un seul antidérapant à l'arrière, le bandage opposé s'use rapidement.

*Usure en biseau
vers
l'intérieur.*

- 1° *Fléchissement de l'essieu; les roues s'écartent à la base.*
- 2° *Fusée faussée dans le sens vertical vers le haut.*
- 3° *Pivots de direction usés; les roues s'écartent vers la base.*

*Usure vers
l'extérieur.*

- 1° *Carrossage exagéré.*
- 2° *Fusée faussée dans le sens vertical vers le bas.*

§. 3 - DIRECTION .-

Ainsi qu'il a été dit précédemment, les roues, comme les essieux sur lesquels elles sont montées, sont appelées à jouer des rôles différents suivant leur position; les roues arrière sont porteuses et motrices, les roues avant sont porteuses et directrices : c'est par le déplacement convenable de leur plan de rotation qu'est obtenue la direction du véhicule.

Problème de la direction.- Lorsqu'un véhicule accomplit un trajet en arc de cercle, il est nécessaire que toutes les roues décrivent des cercles concentriques. Pour les voitures à traction animale ou les remorques, les roues avant, aussi bien que les roues arrière, sont montées sur un même essieu rigide, et sont toujours, par suite, dans un plan perpendiculaire à cet essieu. Il suffit d'organiser l'essieu avant pour lui permettre de pivoter librement sur le châssis pour qu'il prenne de lui-même la direction du rayon du virage.

Dans une automobile, les roues avant sont directrices, et il est impossible d'organiser un mouvement de pivotement

de tout l'essieu autour d'un axe vertical pour donner la direction à la voiture en raison du manque de stabilité que causerait la déformation du polygone de sustentation dans les virages et de la difficulté de rester maître de la direction. Ce sont donc les roues avant seules qui doivent s'orienter de façon que leurs plans restent tangents à des cercles concentriques au cercle décrit par la voiture, l'essieu restant fixe par rapport à l'axe de cette dernière.

On voit, par le seul examen de la figure, que le rayon

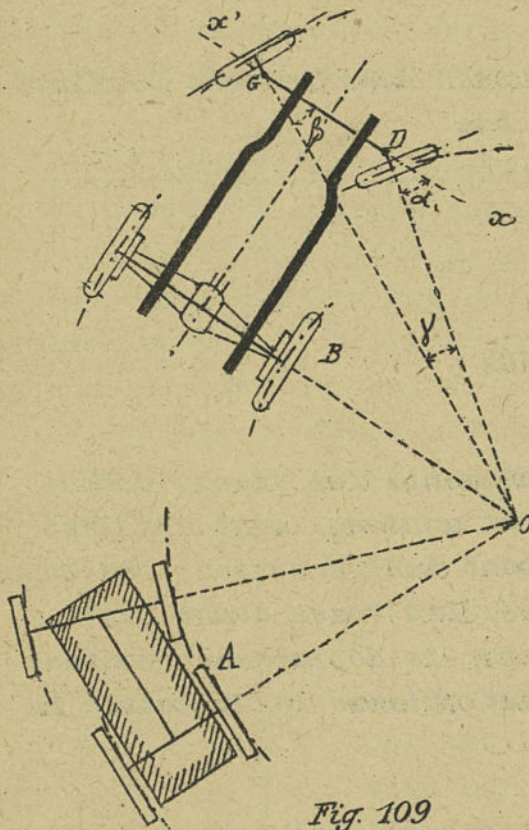


Fig. 109

OD du cercle décrit par la roue droite dans un virage à droite, fait avec la direction xx' de l'essieu, un angle α plus grand que l'angle β que fait avec xx' le rayon OG, correspondant à la roue gauche, puisque :

$$\alpha = \beta + \gamma$$

d'où :

$$\alpha - \beta = \gamma$$

D'autre part, γ varie avec le rayon du virage; donc la différence entre les angles α et β varie pour chaque virage.

Il en résulte que, si l'on voulait que les directions des axes des deux roues avant viennent pour tous les rayons de virage, se couper sur un point de l'axe prolongé de l'essieu arrière (ce qui est nécessaire pour avoir le tournant correct), il faudrait établir entre les 2 roues une liaison mécanique déformable, dont la complication serait incompatible avec la solidité de l'organisme de la voiture, dont peut être dépend le plus la sécurité des voyageurs.

Les systèmes de liaison sont établis actuellement, en général, suivant un tracé qui ne donne qu'une solution approximative du problème, mais qui, en revanche, est sim-

ple et susceptible de la robustesse désirable et qu'on désigne sous le nom d'épure de direction "Jeanteaud."

Approximation de la solution donnée par l'épure Jeanteaud. - Les deux directions des axes des roues directrices sont liées par des leviers AC et BD (fig.110) dont les prolongements se rencontrent au milieu de l'essieu arrière Q.

La commande des deux pivots A et B est obtenue par deux leviers AC et BD réunis par une bielle CD. Les points C et D peuvent être choisis arbitrairement, en C'D' par exemple. Jeanteaud a trouvé que, pour que les angles α et β satisfassent toujours le mieux à l'équation, il faut que, lorsque la voiture est en ligne droite, les prolongements de AC et BD se rencontrent en Q sur le milieu de l'essieu arrière (fig.110). Dans ces conditions, lorsque le rayon du virage varie, les directions des deux axes des roues ne se coupent pas toujours en réalité sur le prolongement de l'essieu arrière, mais elles se coupent toujours en un point qui en est fort peu éloigné. Il s'ensuit que le rissage des roues avant sera toujours assez peu considérable pour être négligé.

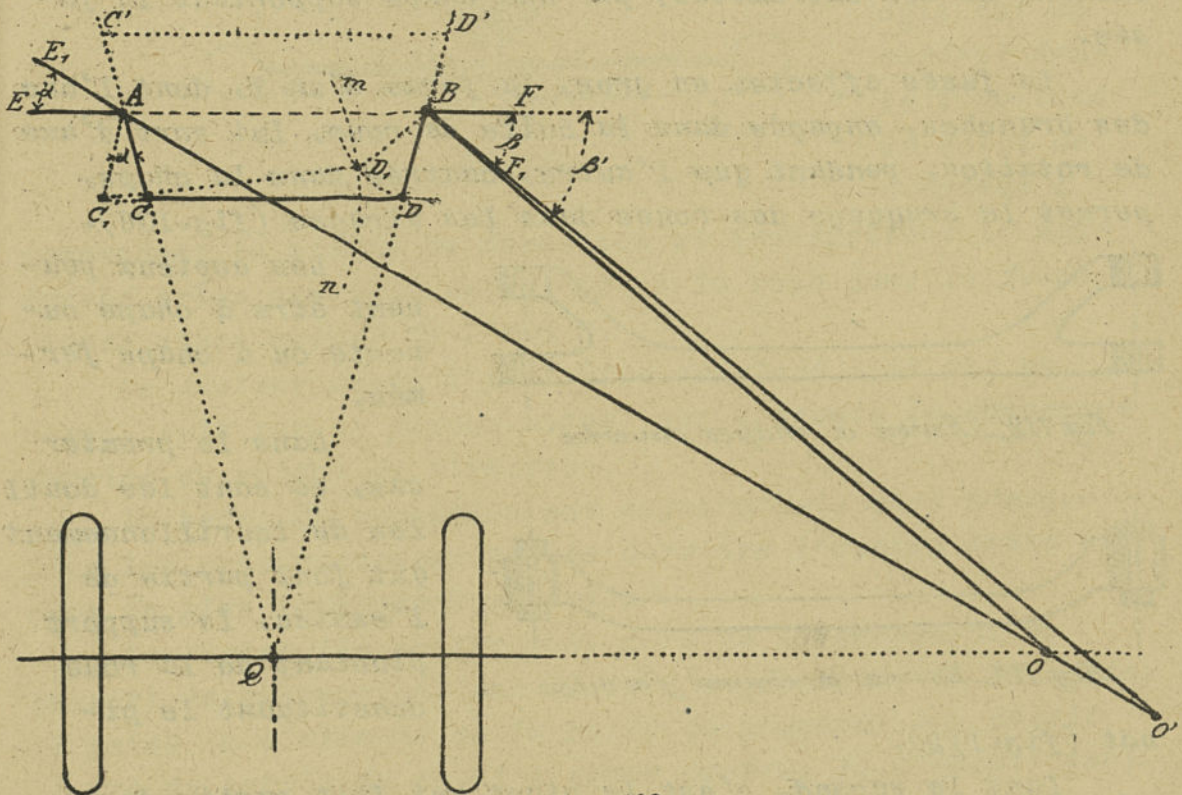


Fig. 110

Essieu directeur. - L'essieu avant est alors formé de 3 parties articulées les unes sur les autres : le corps de l'essieu et les deux fusées (fig.111).

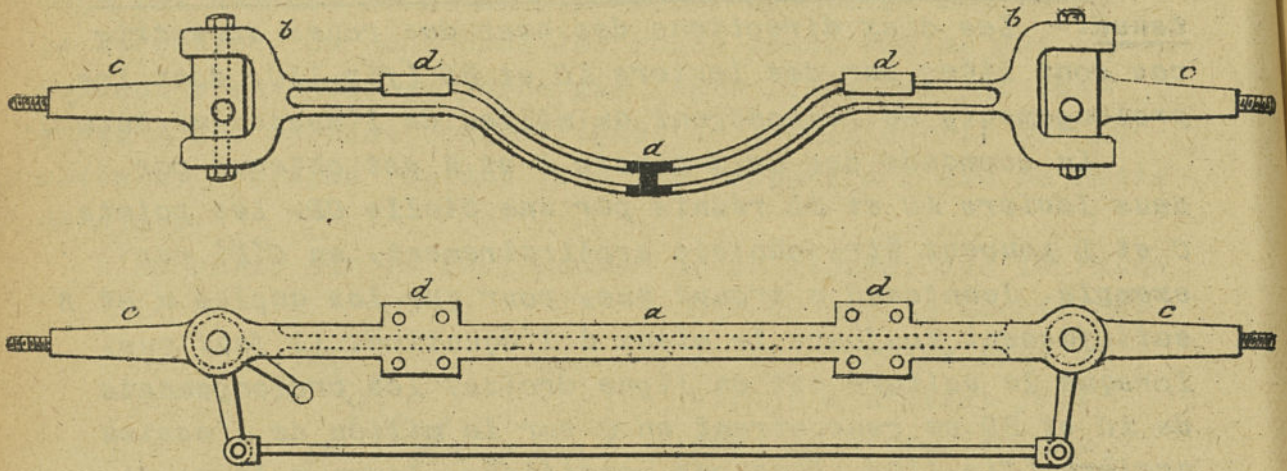


Fig. 111 - Essieux avant

a. Corps de l'essieu *b.* Chape *c.* Fusées *d.* Patin d'appui des ressorts

Le corps, à section circulaire, rectangulaire, ou mieux en double T, est ordinairement cintré vers le bas pour permettre d'abaisser le centre de gravité, faciliter le logement et le battement du moteur; il se termine, à chacune de ses extrémités, par une chape supportant la fusée.

La fusée affecte, en gros, la forme d'un T, dont l'une des branches, engagée dans la boîte de roue, lui sert d'axe de rotation, pendant que l'autre, centrée dans la chape, permet le braquage des roues dans les virages (fig.106).

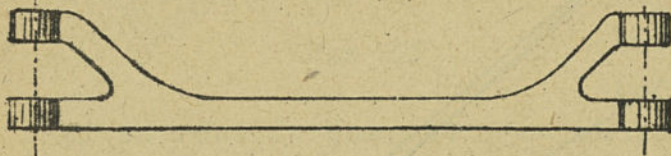


Fig. 112, - Essieux à chapes ouvertes

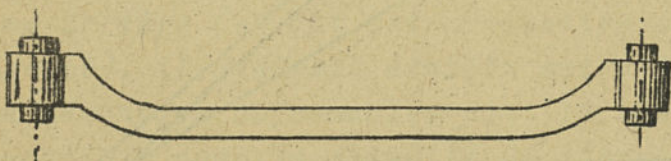


Fig. 113 - Essieux à chapes fermées

vot (fig.112).

Dans le second, c'est le pivot qui fait partie de l'essieu (fig.113).

Les essieux peuvent être à chape ouverte ou à chape fermée.

Dans le premier cas, ce sont les douilles de tourbillonnement qui font partie de l'essieu, le support pivotant de la roue constituant le pi-

Conditions d'établissement et de fonctionnement du mécanisme de direction. - La qualité primordiale d'un système de direction est son **IRREVERSIBILITE**, c'est-à-dire que si les roues sont orientées par l'action du conducteur agissant sur un volant, par contre, les chocs ou secousses imprimés à la roue par les défauts de la route ne doivent pas agir sur le volant et risquer ainsi d'imprimer au véhicule une mauvaise direction.

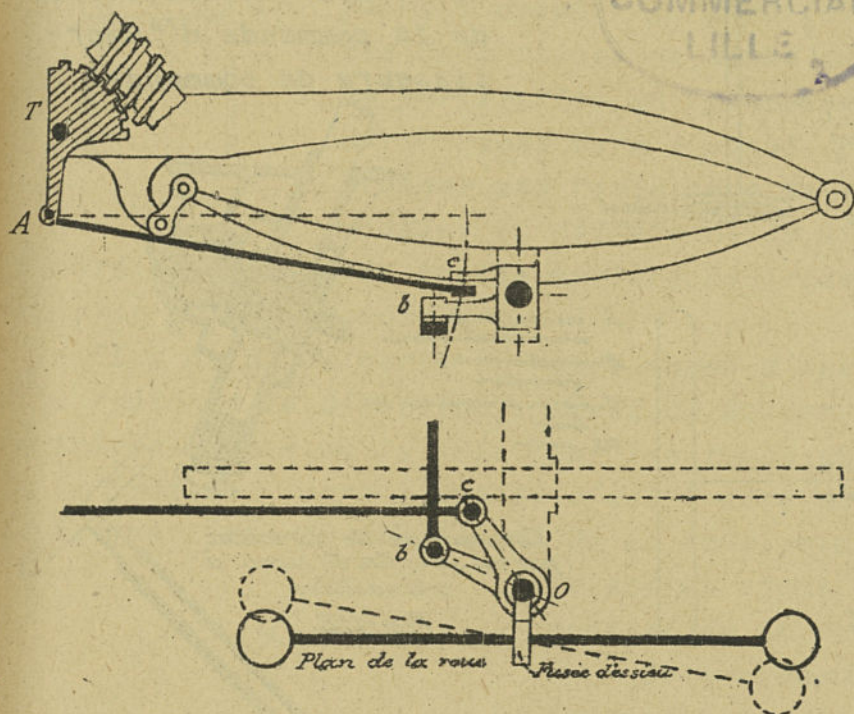


Fig. 114

Ce résultat est obtenu d'une manière presque absolue en utilisant l'irréversibilité d'une vis sans fin montée sur l'arbre commandé par le volant de direction. Cette vis agit sur un secteur denté T portant un doigt de commande A

commandant la bielle de direction et transmettant le mouvement grâce aux leviers Oc, Ob à la roue dont la fusée pivote ainsi autour de l'axe O.

Le secteur denté T peut être remplacé soit par un écrou, soit par un pignon auquel est transmis le mouvement imprimé au volant de direction.

La barre de connexion est aujourd'hui, chez presque tous les constructeurs, placée derrière l'essieu avant et dans un plan légèrement supérieur.

La figure 114 montre que, lors de l'écrasement du ressort de suspension, par suite d'un obstacle de la route, le point c d'attache de la barre de commande Ac décrit un arc de cercle du point A comme centre. Il s'ensuit que,

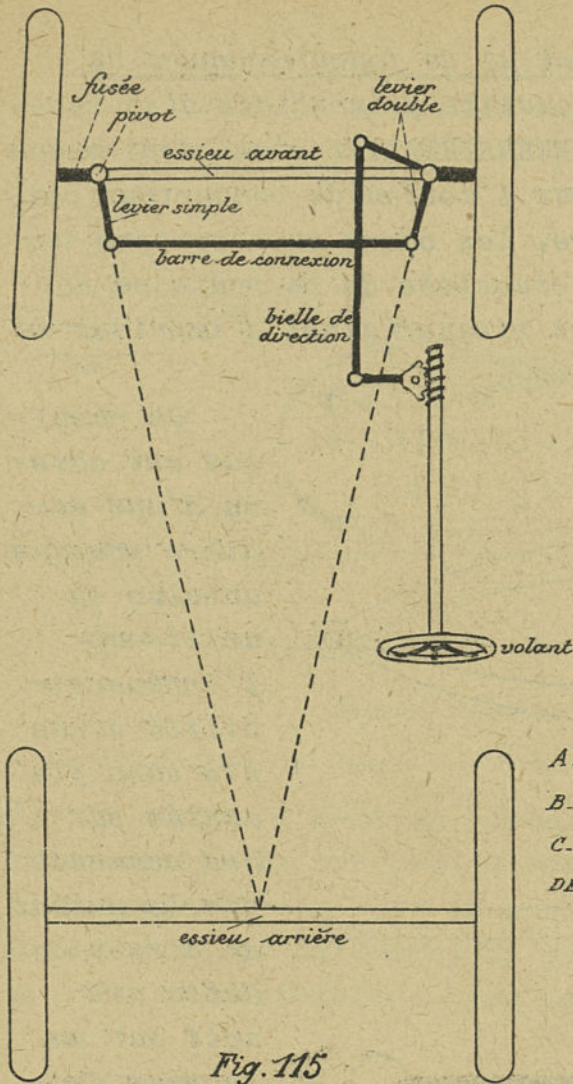
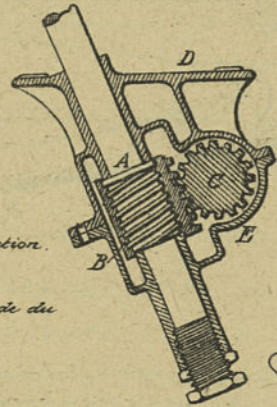


Fig. 115

si l'ensemble du mécanisme était rigide, les roues éprouveraient une déviation partielle, ayant pour résultat une déviation du trajet suivi par la voiture.

Pour y obvier, on munit les articulations de la commande d'"amortisseurs de commande".

- A - vis sans fin de commande de direction.
- B - manchon-écrou à crémaillère.
- C - pignon de commande du levier.
- DE - carter



Commande de direction par vis sans fin et écrou à crémaillère.

Fig. 116

Ils se composent d'un étui A brasé à l'extrémité de la barre, pourvu d'une fente F.

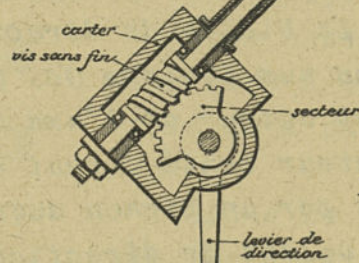


Fig. 117

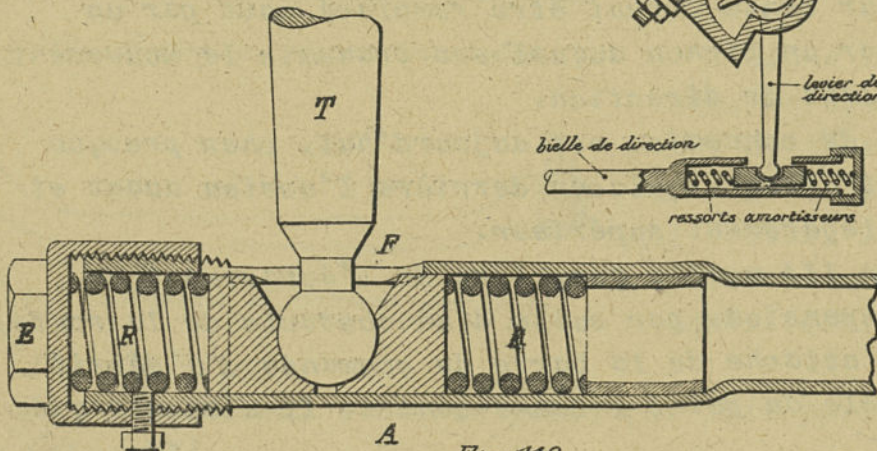


Fig. 118

allongée où peut passer la tige de la rotule de commande *T*, et fermé par un écrou borgne *E*. A l'intérieur de cet étui, le mouvement de la rotule n'est transmis dans un sens ou dans l'autre à la barre que par l'intermédiaire de ressorts *R* à boudin très courts et de flexibilité réduite, faisant fonction d'amortisseurs absorbant ainsi les diverses réactions supportées par les roues avant du fait de la route.

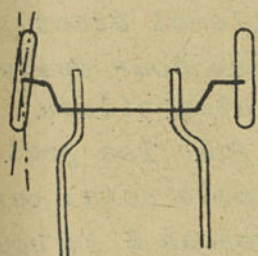


Fig. 119

Comme il est difficile de régler la longueur de la barre d'accouplement de façon à obtenir le parallélisme exact des deux roues, on donne généralement, de parti-pris, un "pincement" aux roues directrices vers l'avant. Pour ne pas entraîner une résistance au roulement appréciable, la différence de l'écartement de la partie avant et la partie arrière des roues ne doit pas dépasser 3 % de la voie.

Il y a, d'ailleurs, un autre moyen d'assurer la tenue de la route de la direction : c'est de donner aux roues directrices, comme on le fait pour les roues de bicyclette, de la "chasse" vers l'avant, c'est-à-dire de faire en sorte que l'axe de pivotement de la roue, vienne rencontrer le sol en avant du point de contact de la roue avec le sol.

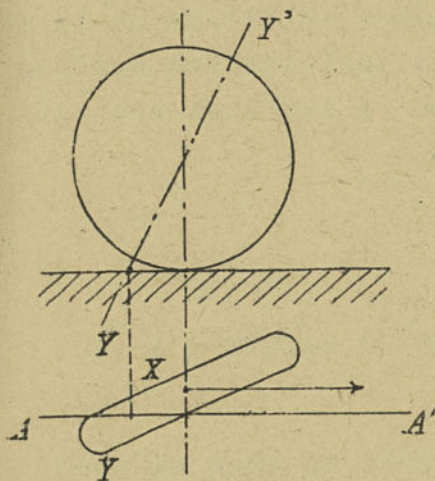


Fig. 120

Le mouvement d'orientation imprimé à la roue se fait en effet alors autour de YY' et la réaction du sol appliquée en X tend à ramener sans cesse le plan de la roue dans la direction AA' suivie par la voiture dès qu'il en a été écarté.

Enfin, pour diminuer les effets du porte-à-faux de la fusée, pour tenir compte du bombé des routes et des conditions de stabilité, on donne aux roues directrices du "carrossage", c'est-à-dire que l'on incline la roue de façon que son point de contact avec le sol coïncide avec le point où l'axe de la fusée rencon-

tre le sol. Pour qu'il ne soit pas nécessaire de trop incliner la roue, l'axe de pivotement de la fusée est incliné en sens inverse (fig.121) (1).

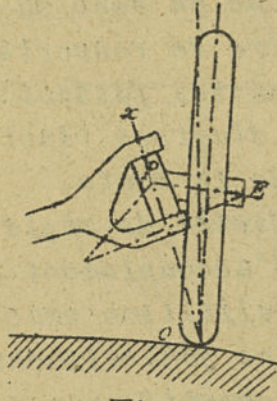


Fig. 121

Entretien. - Il y a lieu, sur une voiture, d'attacher la plus grande importance au bon entretien des organes de la direction, les accidents dus à celle-ci étant toujours fort graves. Pour éviter l'usure des différentes pièces d'articulation, il faut les graisser fréquemment et avec soin, car elles sont fort exposées à la boue

et à la poussière; une bonne mesure est de les entourer d'un manchon de cuir bourré de graisse.

Pour éviter toute dureté de manoeuvre du volant, graisser abondamment la "noix" de direction qui comporte l'ensemble des organes de transmission réunis dans un carter à la base de l'arbre qui supporte le volant.

(1) Les roues arrière motrices ne peuvent être carrossées que dans les transmissions par chaîne, cette disposition étant inapplicable lorsque l'essieu lui-même est moteur, car il doit par suite être nécessairement perpendiculaire au plan de la roue elle-même.

CHAPITRE XI.

TRANSMISSION AU CHÂSSIS DES EFFORTS SUPPORTES PAR LES ROUES.JAMBE DE FORCE ET BIELLE DE POUSSEE.RESSORTS ET AMORTISSEURS.

Les roues sont soumises à des efforts de nature et d'origine diverses qu'elles ont pour mission d'utiliser et de transmettre.

Les uns, provenant du moteur, assurent le mouvement de translation du véhicule et doivent être intégralement transmis au châssis; les autres, dus aux défauts de la route, ne peuvent être que nuisibles à la bonne conservation des mécanismes portés par le châssis et au bien être des voyageurs ou des marchandises transportées; ils doivent être sinon annihilés complètement, tout au moins absorbés au maximum pendant leur transmission au châssis : c'est le rôle des ressorts et des amortisseurs.

§. 1 - BIELLE DE POUSSEE - JAMBE DE FORCE. -

Avec un mode de transmission tel qu'il se trouve représenté par la fig. 95, on voit que le mouvement de translation du pont arrière, obtenu par la rotation des roues, est transmis au châssis par la moitié antérieure de la lame maîtresse du ressort; celle-ci doit également, ainsi que nous le verrons plus loin, résister aux oscillations du pont arrière, et aussi travailler à la flexion sous l'influence des chocs de la route; or, elle n'est établie que

pour remplir, dans de bonnes conditions, cette dernière fonction; aussi, pour les voitures de quelque puissance, le constructeur est-il amené à établir des organismes spéciaux pour les deux autres.

Poussée de la voiture. - La poussée, exercée par les roues motrices sur l'essieu, est transmise au châssis par

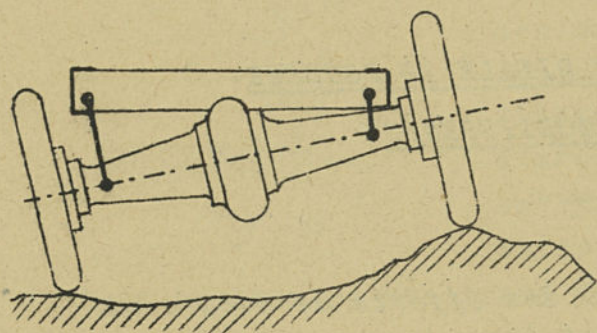


Fig. 122

deux "bielles de poussée" K (fig. 126) qui s'attachent contre la partie interne des ressorts au pont arrière d'une part et, d'autre part, au châssis; le point d'articulation de la bielle K au châssis ne coïncidant pas forcément avec le cardan C_1 , il est nécessaire, pour qu'il soit possible à l'essieu d'obéir à la déformation des ressorts, de ménager un joint à coulissement sur la transmission $C_1 C_2$ et de munir le ressort d'une jumelle à chacune de ses deux extrémités avant et arrière.

Dans le but d'éviter les inconvénients que présente

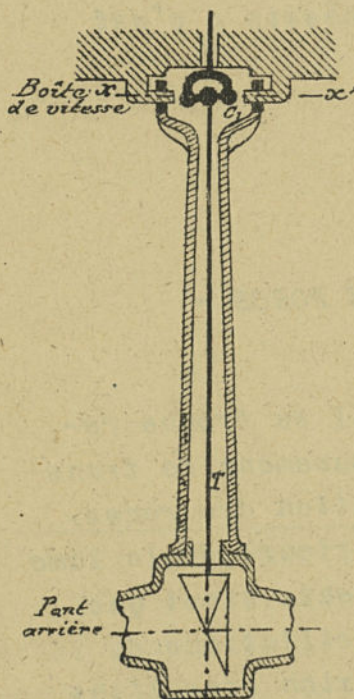


Fig 123

l'existence de 2 bielles de poussée pouvant, par suite des inégalités du sol, prendre des inclinaisons différentes et, par suite, nuire au parallélisme des essieux, (voir fig. 122), on tend, de plus en plus, dans les voitures modernes, à adopter le dispositif dit "carter en T".

La bielle de poussée est alors constituée par un tube qui contient l'arbre de transmission soutenu à l'intérieur par deux roulements à billes. Dans ce mode de construction on se contente d'un seul joint de cardan, ce qui est facilement admissible dès que la longueur de l'arbre de transmission atteint 1^m50 et que

la dénivellation du différentiel, par rapport à la boîte de vitesse, ne dépasse pas 100 m/m, puisque avec des roues de 400 m/m de rayon, le glissement des roues arrière, dû à l'absence du deuxième cardan, est au plus de 1 m/m, ce qui est négligeable, en raison de l'élasticité du bandage dans le sens circonférentiel.

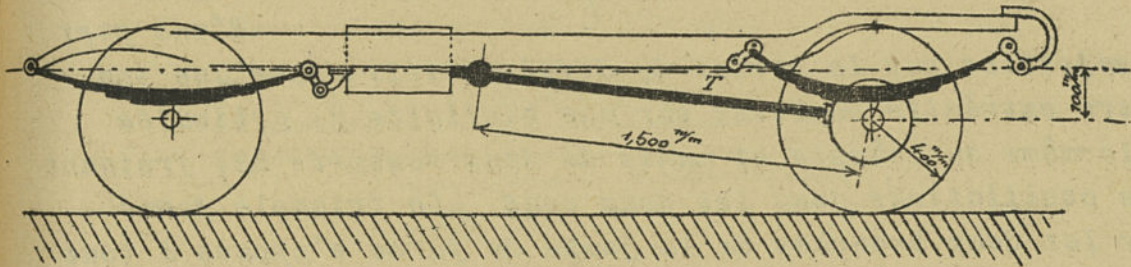


Fig. 124

Résistance aux oscillations du différentiel. - Le pont arrière a tendance à osciller autour de son axe.

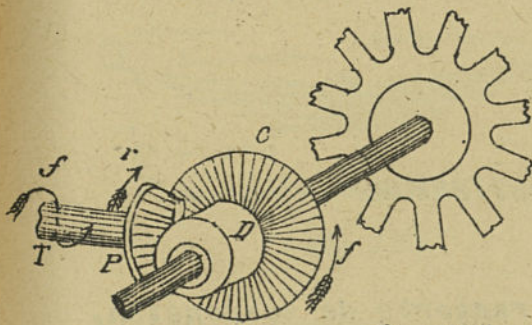


Fig. 125

Lorsque le pignon P tourne et entraîne la couronne C, calée sur la boîte de différentiel D, dans le sens des flèches f , par l'effort résistant qui s'exerce sur C, le pignon P tend à monter le long de la couronne C, l'arbre T à se redresser et la voiture à se cabrer. Le poids

de l'avant-train qui porte le moteur s'y opposant, il pourrait en résulter, le pignon P entraînant avec lui le carter du différentiel D, des perturbations graves dans le fonctionnement de la transmission, composée des articulations c_1 c_2 et de l'arbre T, si l'on ne prenait pas de mesures pour y obvier.

Il est, d'ailleurs, facile de voir que la même série de phénomènes se retrouve dans les voitures à transmission par chaîne, par suite de la traction effectuée sur le brin supérieur par la résistance des roues au mouvement de rotation. Ces mêmes phénomènes se reproduisent lors du freinage, mais dans ce cas, les forces agissantes sont dirigées en sens contraire.

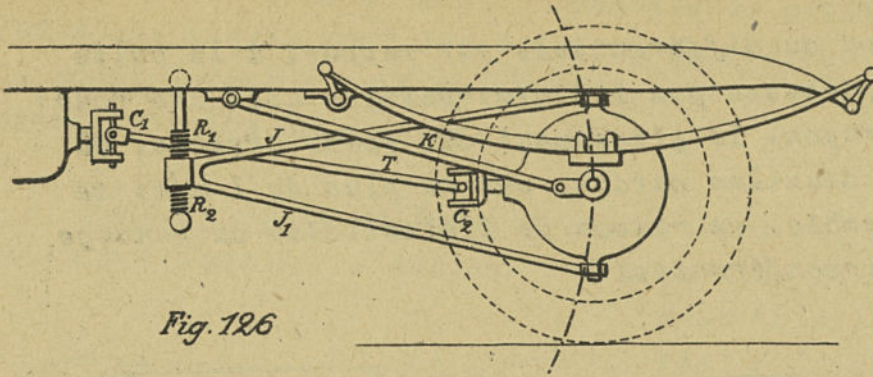


Fig. 126

On y remédie au moyen d'une jambe de force JJ_1 dont les 2 branches formant triangle sont d'une part

assujetties sur le carter du différentiel, alors que son autre extrémité coulisse sur une bielle B , articulée elle-même au châssis et munie de deux ressorts RR_1 freinant les oscillations dans les deux sens. Le triangle formé par les deux branches de la jambe de force s'oppose à tout basculement du carter du différentiel.

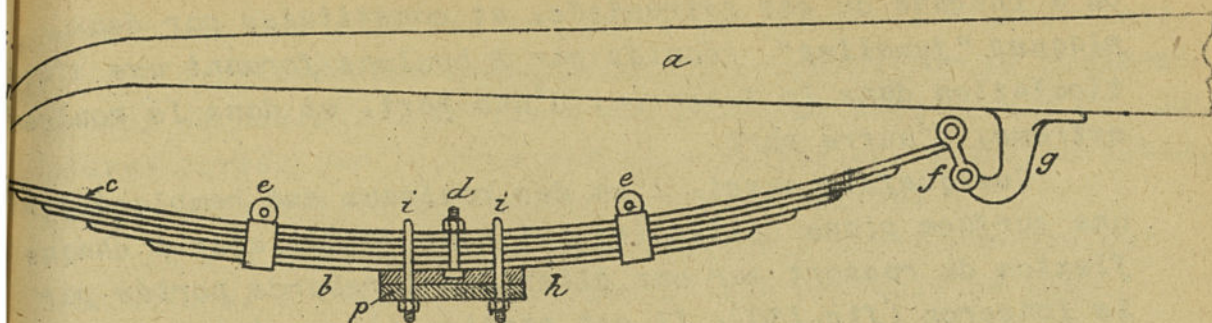
Souvent, les bielles de poussée sont aménagées de manière à pouvoir jouer elles-mêmes le rôle de la jambe de force; c'est, en particulier, ce qui se présente avec le carter en T dont il est question plus haut.

§. 2 - RESSORTS ET AMORTISSEURS .-

Ressorts de suspension. - Les ressorts de suspension, interposés entre les essieux et le cadre, ont pour objet principal de soustraire la fraction la plus importante de la masse du véhicule aux trépidations et aux chocs causés par les cahots de la route; ils réduisent ainsi notablement la perte de force vive inhérente à de telles perturbations, et diminuent, de ce fait, l'effort dépensé par le moteur dans la propulsion du véhicule.

Le pneumatique n'exclut pas la présence nécessaire du ressort. Comme on l'a vu plus haut, il "boit" les petits obstacles, mais son fléchissement ne dépasse pas 30 m/m et, pour les obstacles plus sérieux, un ressort dont le fléchissement peut atteindre facilement 10 c/m est indispensable.

Les ressorts (fig. 127) sont formés de plusieurs lames d'acier superposés, mais de longueur croissante et de cour-



Ressort avec jumelle à l'arrière

- a* - longeron
b - ressort
c - maîtresse lame
d - boulon d'assemblage
e - étriers de guidage
f - jumelle
g - main de ressort
h - cale en bois
i - étriers de fixation
p - patin de l'essieu.

Fig. 127

bure décroissante depuis la lame inférieure jusqu'à la lame supérieure (lame-maîtresse). Ces lames sont maintenues au contact les unes des autres par un boulon d'assemblage qui les traverse en leur milieu : elles sont guidées dans les glissements longitudinaux, que leur imposent les flexions

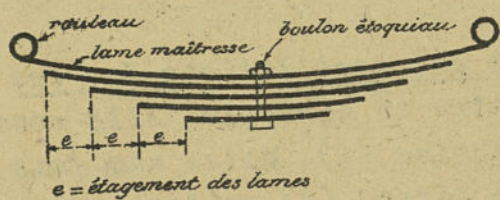
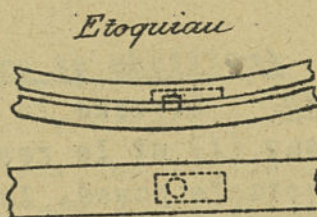


Fig. 128



*Lames de ressort (coupe)
avec rainures et étoquiaux
Fig. 129*



*Fig. 130
Ressort à glissière*

du ressort, par 2 étriers et par des étoquiaux ou des rainures (fig. 129) respectivement ménagés sur les faces contigües d'un même groupe de 2 lames.

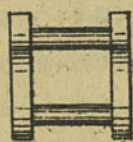


Fig. 131

Pour permettre l'aplatissement du ressort, et par suite l'allongement de la corde qui le sous-tend, sous l'action des charges ou des réactions qu'il supporte, on le fixe au châssis par l'intermédiaire de jumelles placées à l'une

ou à chacune de ses extrémités, et constituées par deux plaques "jumelles" réunies par 2 boulons formant axe d'articulation dans le longeron, d'une part, et dans le rouleau extrême, d'autre part.

Quelquefois aussi, l'un des rouleaux est remplacé par une surface plane (glissoir) qui peut se déplacer à chaque flexion du ressort sur une glissière à rebords portés par le longeron (fig.130). Il est particulièrement important de graisser avec beaucoup de soin ces glissoirs.

Le ressort repose sur l'essieu par la face inférieure de sa lame la plus courte qui prend appui sur le patin recouvert d'une cale en bois; il est serré sur ce patin au moyen de deux brides de fixation.

On appelle "flexibilité" d'un ressort la diminution de flèche qu'il subit pour une charge de 100 kilos.

Pour un ressort donné, la flexibilité peut être considérée comme constante dans les limites des amplitudes de flexion qu'on lui impose généralement. Dire qu'un ressort a une flexibilité de 20 m/m, cela veut dire qu'il s'écrase de 20 m/m pour une charge ou une surcharge de 100 Kilos.

Amplitude et amortissement des oscillations des ressorts. - Lorsque la roue rencontre un obstacle, elle monte dessus (1) et le ressort se comprime (2). Mais, une fois l'obstacle passé, le ressort se détend (3) en lançant le

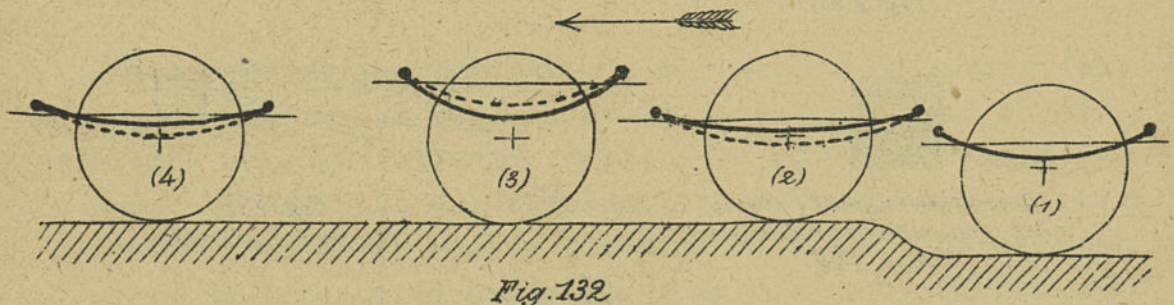


Fig.132

châssis vers le haut, et celui-ci, vu son inertie, dépasse la position d'équilibre. Le châssis retombe ensuite, écrasant de nouveau le ressort (4), mais moins qu'en (2), etc..

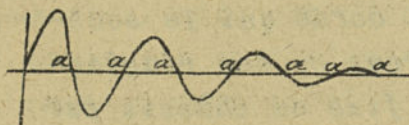


Fig.133

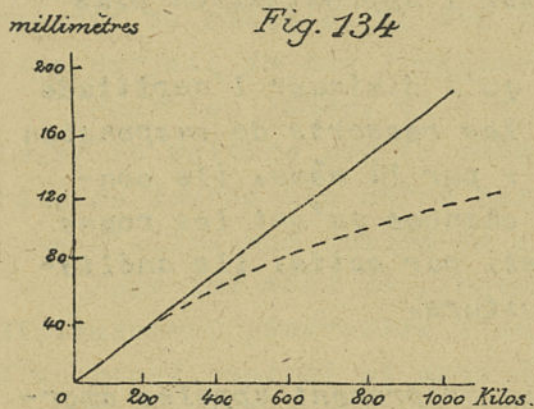
de sorte que des oscillations prennent naissance qui vont s'amortissant à la longue par le simple frottement des lames de res-

sort l'une sur l'autre, si aucune perturbation n'intervient.

L'amplitude des oscillations provoquées par un accident du sol de hauteur déterminée est d'autant plus grande que la charge portée par la roue est plus petite et, à charge égale, que la flexibilité du ressort est plus petite.

Il y a donc intérêt, pour limiter l'amplitude des oscillations, à réaliser une flexibilité variable et plus grande aux faibles charges qu'aux fortes.

Si nous portons en abscisses les charges et en ordonnées les flèches prises par le ressort, la caractéristique d'un ressort ordinaire est sensiblement une droite, alors



qu'il faudrait, pour satisfaire aux conditions théoriques, qu'elle fût une courbe à concavité tournée vers les abscisses, puisque la flexibilité doit diminuer quand la charge augmente.

Jumelles élastiques. - Une solution approximative du problème est donnée par les "jumelles élastiques" qui, en somme, reviennent à remplacer les attaches rigides, constituées par les bras des jumelles, par des organes élastiques, généralement des ressorts à boudins.

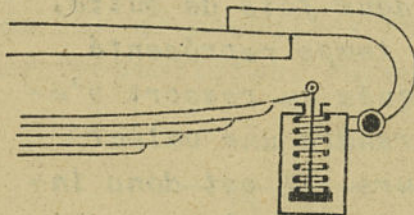


Fig. 135

Supposons un ressort à boudin monté dans un étui, comme le représente la figure, et qui peut comprimer un piston attaché au rouleau de l'extrémité de la lame maîtresse du ressort à lames.

Si ce ressort à boudin est monté avec une tension initiale de 300 kilos par exemple, le ressort à lames agira seul, pour toutes les charges inférieures à 300 kilos. A partir de ce moment, le ressort à boudin se comprimera et ajoutera sa flexibilité à celle du ressort à lames, jusqu'à ce qu'il se bloque. Si cela arrive pour une charge de 500 Kg, à partir de cette charge, le ressort à lames sera de nouveau seul à agir. Si 300 Kg

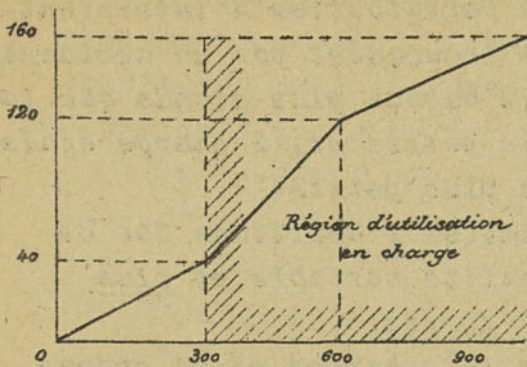


Fig. 136

représentent la charge sur l'essieu à vide, on voit que l'on réalise, de 300 à 900 Kg (charge maximum supposée admissible) une flexibilité grossièrement progressive. Si l'appareil comportait plusieurs ressorts à boudin montés avec des tensions croissantes dans leur étui et soumis au même piston, on pourrait pousser l'approximation plus loin.

Ces appareils ne prétendent qu'à diminuer l'amplitude des oscillations que prendraient les ressorts de suspension sous l'effet d'une dénivellation : par là même, ils contribuent à diminuer beaucoup les chances qu'ont les roues de quitter le sol en pareil cas et, par suite, ils améliorent la tenue à la route de la voiture.

Amortisseurs. - Les appareils proprement appelés amortisseurs ont pour but d'éteindre le plus rapidement possible les oscillations inévitables des ressorts. L'ensemble "ressorts-organes suspendus" possède en effet une période d'oscillation donnée pour une voiture donnée, période mesurée par les intervalles a , égaux de la figure 133 (intervalles qui représentent des temps). S'il arrive que des accidents de la route se représentent deux fois de suite, précisément au bout d'un temps égal au temps représenté par a , l'oscillation nouvelle communiquée au ressort s'ajoutant à celle qu'il a encore, peut prendre une valeur dangereuse pour la solidité de la voiture. Il est donc intéressant d'éteindre ces oscillations le plus tôt possible.

Un premier résultat est déjà obtenu dans ce sens par le frottement des lames les unes sur les autres. On peut y



Fig. 137.

aider encore en montant les extrémités arrière des deux ressorts sur un troisième ressort transversal de flexibilité moindre que les deux autres et dont la période d'oscillation propre contrarie la leur (Delau-

nay-Belleville).

Enfin, des appareils spéciaux introduisant dans le fonctionnement du ressort un frottement supplémentaire ont été imaginés dans ce but; ce sont les amortisseurs dont le nombre de types est considérable et dont le fonctionnement s'explique de lui-même au moindre examen.

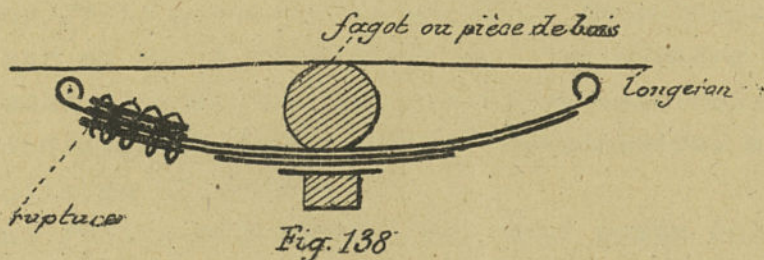
Entretien. - Pendant la marche, les lames de ressort travaillent constamment; il en résulte un frottement continu des lames les unes par rapport aux autres, ainsi qu'un pivotement des axes des jumelles et des axes de fixation du ressort au châssis. Il est indispensable d'assurer le graissage parfait de ces frottements.

Pour les lames, il y a lieu de temps en temps, de soulever la voiture par le châssis, puis, introduisant une lame de tourne-vis entre celles-ci, d'interposer entre chacune d'elles une couche de graisse très épaisse.

Pour les axes de pivotement, les constructeurs ont judicieusement généralisé l'emploi du boulon graisseur percé d'un canal central et muni de pattes d'araignée; le graissage est ainsi opéré sous pression, ce qui donne toute garantie pour ces pièces qui sont soumises, dans un châssis, au travail le plus intense.

Pannes de ressort. - La panne la plus fréquente est la rupture d'une lame.

Elle provient, le plus souvent, d'une allure exagérée sur de mauvaises routes, ou d'un gonflage "trop dur" des pneumatiques, rarement d'une surcharge, cette dernière



venant simplement aggraver les deux précédentes causes d'accident. Elle est surtout à craindre l'hiver, la gelée augmentant la fragilité de l'acier.

La réparation de fortune à exécuter sur route consiste

à embrasser le ressort au droit de la cassure entre 2 morceaux d'acier (démonte-pneu, burin, etc...) et de ligaturer (fig. 138) l'ensemble avec une corde mouillée qui, en séchant, se rétrécit. S'il s'agit d'une voiture fortement chargée, il est bon d'éviter tout travail de flexion au ressort en interposant, entre lui et le châssis, un fagot ou, à défaut, une pièce de bois, qui permet de rouler ainsi jusqu'à l'atelier, à allure modérée, bien entendu.

CHAPITRE XII .

FREINS.FREINS À FROTTEMENT - FREIN MOTEUR. -

Dans les véhicules automobiles, les freins ont une importance considérable et, de leur bon fonctionnement, dépendent la sécurité et, souvent, la vie des personnes transportées.

Deux systèmes de freinage sont employés en automobilisme :

- le freinage par friction;
- le freinage par le moteur.

§. 1 - FREINS À FROTTEMENT.

La Loi prescrit que toute voiture automobile doit être munie de deux freins, tous deux capables de paralyser l'action du moteur ou de la maîtriser, et l'un d'entre eux, au moins, agissant directement sur les roues motrices; l'autre se trouve généralement monté sur la transmission, à la sortie de la boîte de vitesses.

Les deux freins réglementaires, dont toute voiture automobile est munie, utilisent les forces de frottement pour créer le travail résistant qui doit contrebalancer la force vive de la voiture.

Les freins à frottement doivent être établis de façon

à être capables de bloquer les roues; mais il est bon de noter, à ce sujet, que le freinage maximum n'est pas obtenu au moment où les roues sont calées ce qui, en outre, a le grave inconvénient de provoquer une usure anormale des bandages; il est évident, en effet, que, à ce moment, la surface frottante constituée pendant le roulement par toute la surface de contact des mâchoires du frein, n'est plus représentée que par le point par lequel la roue repose sur le sol, ce qui diminue considérablement la puissance d'absorption d'énergie par le frein.

En tout état de cause, il ne faut pas croire que l'on puisse arrêter une voiture instantanément avec des freins, si puissants soient-ils.

Le tableau ci-dessous donne le résultat des calculs permettant, pour chaque vitesse, de connaître l'espace nécessaire pour arrêter le véhicule dans les conditions les meilleures, c'est-à-dire la longueur minima de route que le mécanicien doit avoir libre devant lui, dans toutes circonstances.

Vitesse en Km à l'heure.	Espace parcouru avant l'arrêt $L = 0,0122 V^2$	Durée de l'arrêt $T = 0,086 V$
10	1 ^m 22	0 " 86
20	4, 88	1 , 72
30	10, 98	2 , 58
40	19, 5	3 , 44
50	30, 5	4 , 30
60	44,	5 , 16
70	59, 5	6 , 02
80	78, 2	6 , 88
90	98, 8	7 , 74
100	122,	8 , 60

Le freinage devant toujours être progressif, alors que les calculs ci-dessus supposent un blocage brusque, il y a lieu, dans la pratique, d'augmenter toujours ces chiffres dans des proportions suffisantes.

Organisation des freins à frottement. -

Freins à mâchoires extérieures. - Les surfaces frottantes, disposées à l'extérieur, peuvent être constituées par des mâchoires, comme le montre la figure, ou par un ruban d'acier portant des patins en bois. Avec cette disposition, l'évacuation de la chaleur par rayonnement est assez médiocre. Il importe donc de donner aux surfaces frottantes une aire importante. Pour assurer le serrage égal sur les

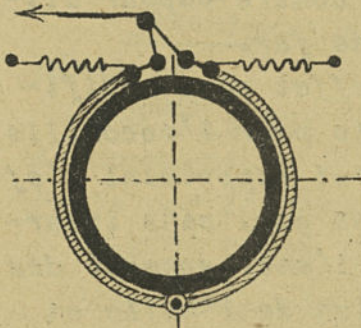


Fig. 139

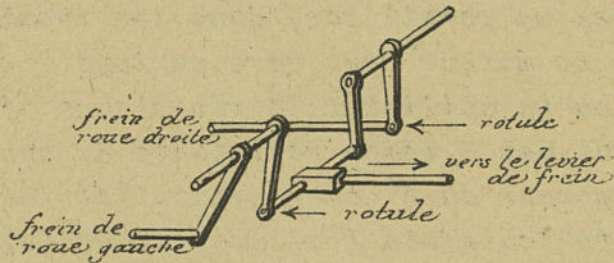


Fig. 140

*Balancier de commande
du frein de roue*

deux roues, on interpose, sur la commande du frein, un dispositif à balancier (palonnier), la tringle de commande du levier actionnant le balancier par son milieu.

Freins à mâchoires intérieures. - Les deux mâchoires placées à l'intérieur du tambour serrent sur la surface latérale interne de celui-ci en s'écartant par pivotement autour d'un pivot P, comme les branches d'un compas. Leur écartement est produit par une came actionnée par le levier de frein placé à l'extérieur.

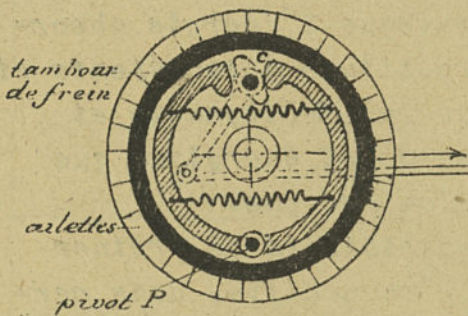


Fig. 141

Il est facile, avec ce dispositif, d'organiser l'évacuation de la chaleur par rayonnement, en disposant, sur la surface extérieure du tambour de frein, des ailettes de refroidissement.

§. 2 - FREINAGE PAR LE MOTEUR. -

Pendant la période d'action des freins décrits ci-dessus, le travail absorbé par le frottement se trouve transformé en chaleur dont l'effet est d'élever très rapidement la température des pièces en présence; il est donc impossible de les utiliser pour modérer l'allure du véhicule pendant une longue pente; on a alors recours au freinage par le moteur, assimilable à l'emploi de la contre-vapeur utilisée, en pareil cas, dans les chemins de fer.

Le moteur peut être employé à cet effet sans modification en utilisant la résistance offerte pour l'accomplissement des 3 temps résistants du cycle, et supprimant l'effet moteur du 3^e en coupant l'arrivée des gaz, sans interrompre toutefois l'allumage pour éviter l'encrassement des bougies pouvant résulter de l'infiltration de l'huile en excès appelée pendant l'aspiration entre piston et cylindre.

On peut, avec cette simple méthode, obtenir un freinage modérateur parfait, en adaptant la prise des différentes vitesses à l'inclinaison de la pente descendue, puisqu'il est bien évident que l'effort résistant augmente en raison de la démultiplication mise en action.

Il est, d'ailleurs, bien certain que, de toute façon, le travail résistant qui se trouve développé dans ces conditions est relativement faible, puisque l'énergie absorbée par la compression se trouve restituée à la détente et qu'il n'y a guère à compter que sur les frottements et l'aspiration, cette dernière rendue aussi énergique que possible par la fermeture du papillon des gaz.

C'est pour obtenir de cette possibilité de freiner par le moteur l'effet maximum que l'on modifie, dans certains cas, la distribution du moteur, de manière à rendre son fonctionnement analogue à celui d'une pompe à air, pour laquelle l'exécution de tous les mouvements du piston exigerait de la voiture une certaine quantité de l'énergie à absorber.

Les dispositifs de frein sur moteur pouvant être considérés comme types sont les dispositifs Saurer et Panhard.

Dispositif Saurer. - Pour donner le freinage par le moteur, la manette des gaz sur le volant de direction doit être tirée en arrière, et ce mouvement commande :

1° l'isolement de la tuyauterie d'admission avec le carburateur et sa mise en relation directe avec l'atmosphère;

2° un décalage initial de $1/4$ de tour de l'arbre à cames d'échappement, tel que les cames se présentent sous les poussoirs des soupapes d'échappement pendant le 3ème temps, réalisant ainsi le cycle suivant :

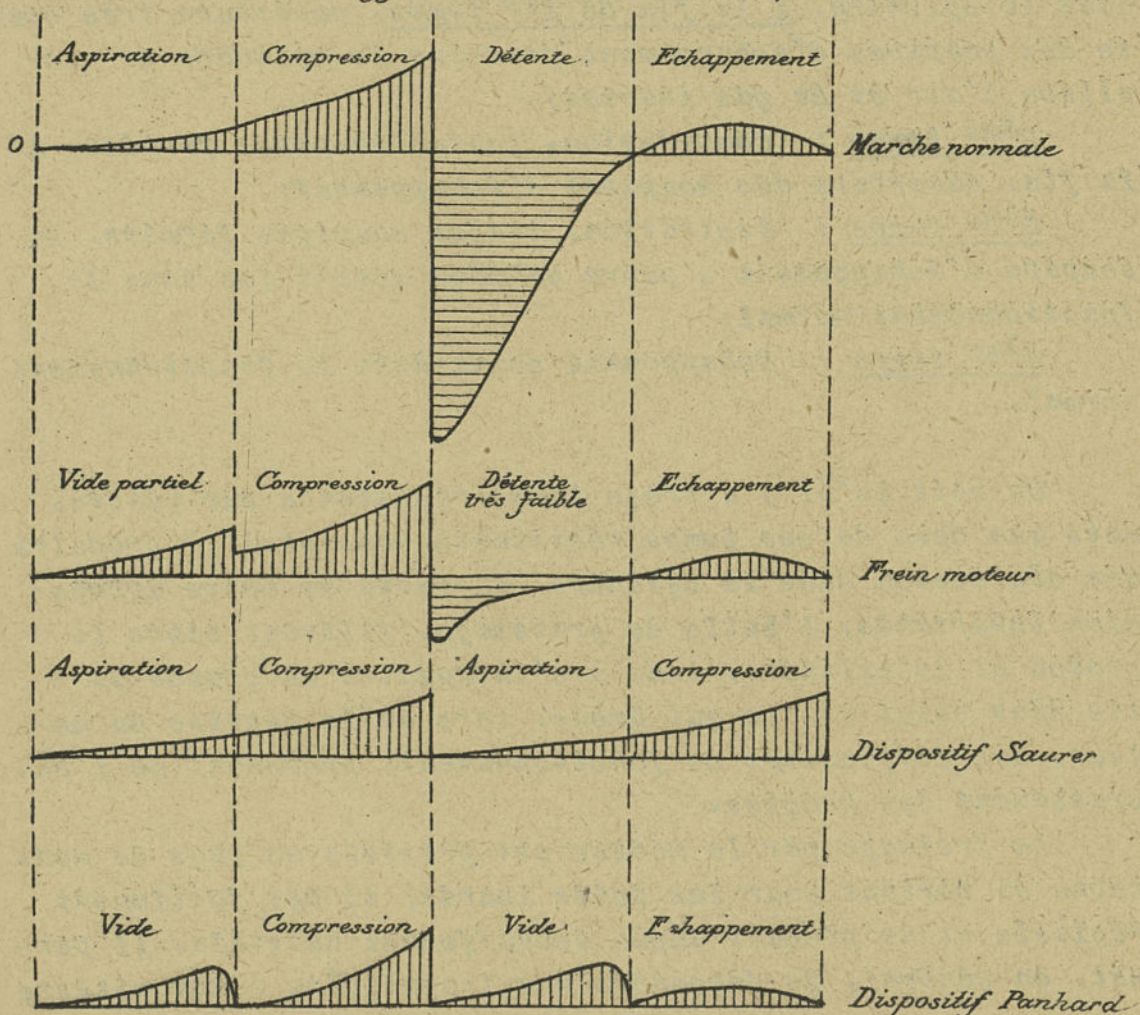
1er temps : aspiration d'air frais par soupape d'admission;

2ème temps : compression de cet air, toutes soupapes fermées;

3ème temps : ouverture de la soupape d'échappement, échappement de l'air comprimé au début, aspiration d'air frais par l'échappement ensuite;

4ème temps : compression, toutes soupapes fermées.

Diagramme des efforts résistant sur le piston.



On voit que ce cycle ne comporte que deux temps résistants qui sont tous deux des temps de compression susceptibles, par conséquent, d'un effort résistant notable, ce qui n'est pas quand l'effort résistant est une simple dépression, et qu'il suffit, pour l'obtenir, de décaler en avance l'arbre d'échappement d'environ 90° , les soupapes d'admission conservant leur fonctionnement normal.

Dispositif Panhard. - Le dispositif Panhard ne comporte aucun autre organe sur la tuyauterie d'admission que la vanne des gaz qui se place à la position fermée.

Le coulisement de l'arbre à cames d'échappement, d'autre part, a pour effet de faire se présenter, au-dessous des poussoirs des soupapes d'échappement, à la place des cames normales, d'autres cames spéciales réalisant le cycle suivant :

1^{er} temps : Aspiration et production d'une dépression dans le cylindre. A la fin du 1^{er} temps, ouverture très courte des soupapes d'échappement pour que le cylindre se remplisse d'air et de gaz inertes;

2^{ème} temps : Compression, toutes soupapes fermées. A la fin, ouverture des soupapes d'échappement;

3^{ème} temps : Aspiration, toutes soupapes fermées. La soupape d'échappement s'ouvre au même moment que dans le fonctionnement normal;

4^{ème} temps : Echappement comme dans le fonctionnement normal.

On voit qu'il y a trois temps résistants sur quatre, mais que deux de ces temps résistants consistent à produire une dépression dans le cylindre. En vertu de cette dépression importante, l'huile de graissage, filtrant entre le piston et le cylindre, tend à s'introduire en grande partie dans celui-ci, ce qui amène, lors de la reprise du moteur, des difficultés de fonctionnement, provenant de l'en-crassement des bougies.

Le freinage par le moteur est précieux en pays de montagne et surtout pour les poids lourds; il est facilement réglable et ne produit aucun échauffement nuisible. Il permet, en général, de descendre une longue côte à une vitesse

légèrement inférieure à celle avec laquelle on la monte-
ait.

Quoi qu'il en soit, ce mode de freinage est extrême-
ment progressif, mais n'est, en aucun cas, susceptible de
provoquer l'arrêt brusque, parfois indispensable; il est
donc toujours complété par un frein à frottement de l'un
des systèmes décrits précédemment.

CHAPITRE XIII.

DISPOSITIFS PARTICULIERS AUX TRACTEURS
EN USAGE DANS L'ARTILLERIE. -

CATERPILARS.

Jusqu'ici, nous avons étudié les véhicules automobiles en les considérant dans le cas le plus général, c'est-à-dire en divisant le travail des roues entre les deux paires, celles d'avant étant chargées d'assurer la direction du véhicule, celles d'arrière sa propulsion.

Ce dispositif, qui donne la construction la plus simple, limite le poids adhérent à celui de la charge supportée par l'essieu arrière. Dans le but de pouvoir utiliser toute la charge portée par l'ensemble des roues pour augmenter la capacité de traction, en augmentant l'appui pris sur le sol, les constructeurs ont été amenés à établir des véhicules à "adhérence totale" dont les 4 roues sont motrices.

La construction se trouve encore compliquée par ce fait que, dans un virage, la piste suivie par la paire de

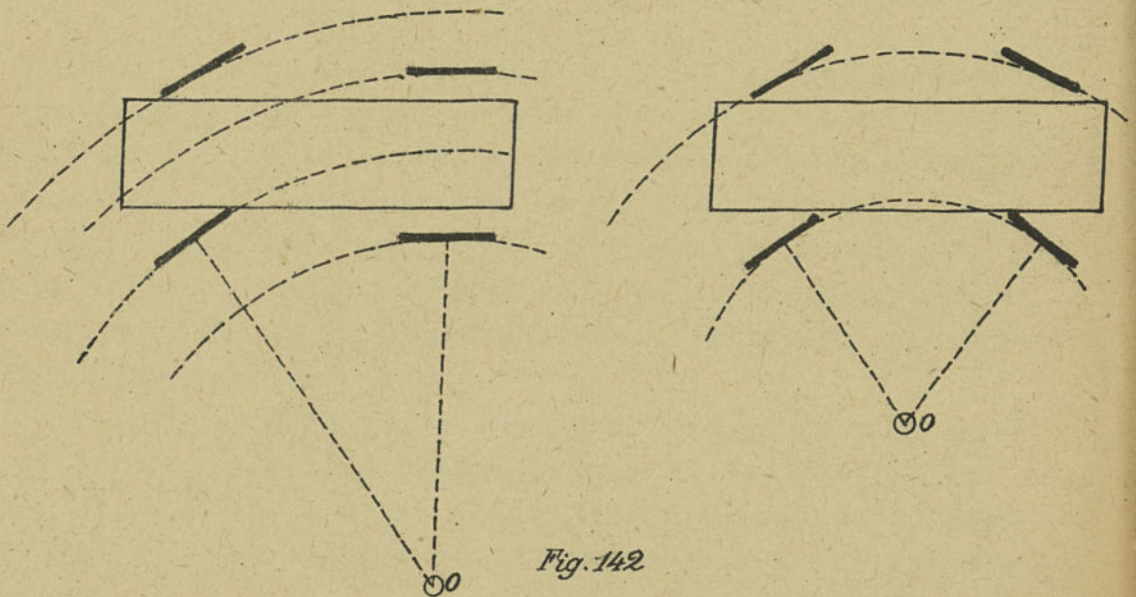


Fig. 142

les arrières est sensiblement décalée par rapport à celle suivie par les roues avant, ce qui implique la présence nécessaire de trois différentiels : un pour chaque essieu et un troisième répartissant l'effort moteur entre les deux essieux, les roues arrière devant, dans leur ensemble, tourner moins rapidement que les deux autres (fig.142).

Dans les tracteurs en usage, la difficulté s'est trouvée aplanie d'elle-même par l'adoption d'un système de direction agissant sur les 4 roues qui permet ainsi l'exécution de tournants extrêmement courts (8^m de rayon) et facilite encore les manoeuvres délicates en faisant suivre aux roues arrière la piste tracée précédemment par les roues avant.

La piste, suivie par les deux paires de roues, est la même et, par suite, un seul différentiel peut assurer la répartition de l'effort moteur entre les 2 roues de droite d'une part et les deux de gauche, d'autre part.

1° - Tracteur Panhard. - Dans ce véhicule, un seul dif-

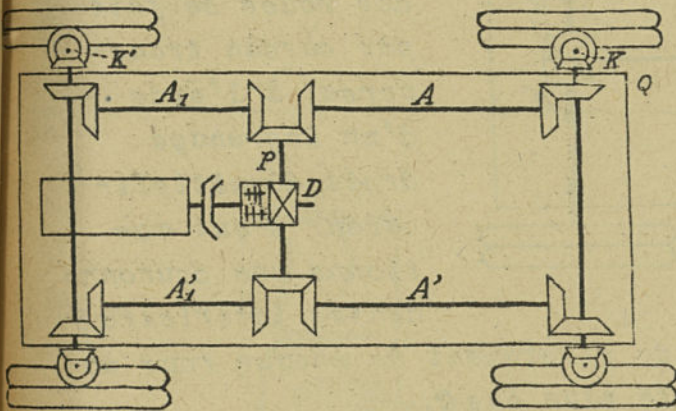


Fig. 143

férentiel central D équilibre les efforts entre les 2 systèmes de roues latérales, en leur permettant des variations de vitesses correspondant aux différences de chemin parcouru en courbe.

A cet effet, les deux $1/2$ arbres qui sortent du différen-

tiel actionnent, par pignon d'angle, chacun deux arbres longitudinaux destinés à commander les 4 roues.

Cette commande se fait en actionnant, par pignon d'angle, un petit arbre parallèle à l'essieu Q qui entraîne lui-même, par pignon d'angle, un arbre vertical KK' dont l'axe coïncide avec l'axe

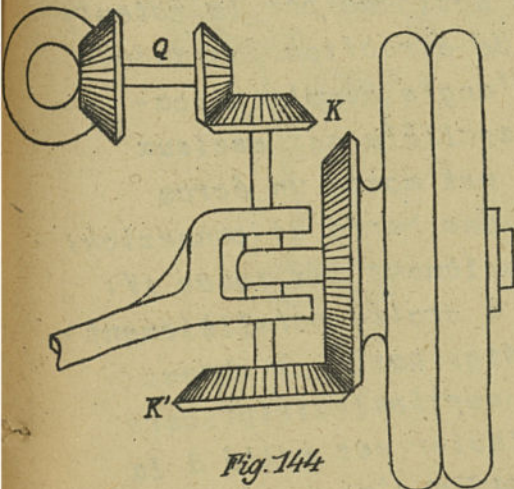


Fig. 144

de pivotement de la roue et dont la couronne dentée inférieure engrène avec une couronne conique intérieure à la roue. (Ce dernier relais est parfois remplacé par une vis sans fin)

Les 4 roues sont directrices; à cet effet, un axe longitudinal que le volant commande par un renvoi d'engrenages démultiplicateur actionne deux boîtes de direction à secteur et vis sans fin correspondant chacune à une paire de roues avant et arrière.

Un treuil de halage puissant peut être embrayé sur le moteur pour permettre au tracteur de dégager ses remorques ou de se dégager lui-même des situations les plus critiques.

2° - Tracteur Blum-Latil. - L'arbre secondaire commande, par deux vis sans fin VV' , les deux différentiels DD' qui

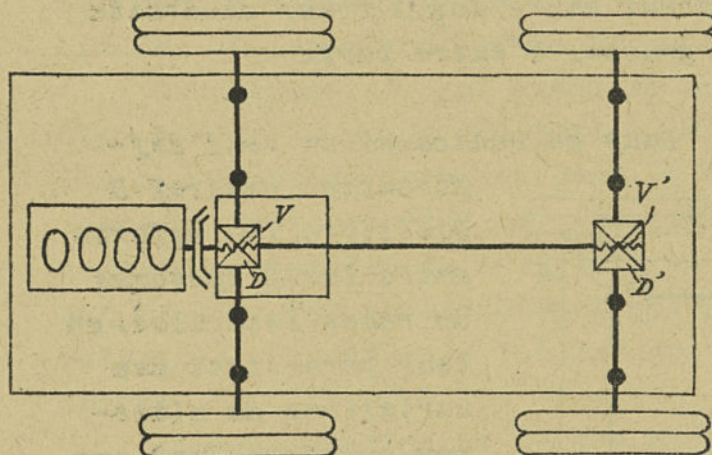


Fig. 145

correspondent chacun à un groupe de roues. La commande des roues se fait par cardan transversal à l'aide d'un engrenage droit démultiplicateur A qui actionne une couronne dentée intérieure B solidaire de la roue. L'axe de pivotement de chaque roue coïncide avec l'axe du cardan le plus bas C.

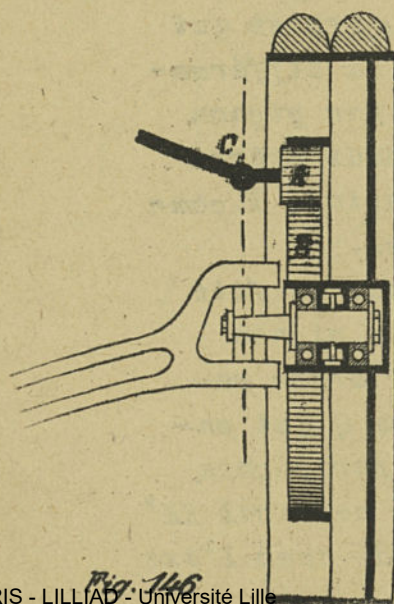


Fig. 146

Le treuil de halage est remplacé par un cabestan actionné par le moteur.

Le volant de direction commande, par un renvoi d'angle démultiplicateur, une vis parallèle aux essieux et sur laquelle est monté un écrou commandant, par une barre de connexion, la barre d'accouplement des roues AV. Un arbre, placé à droite parallèlement à l'axe du châssis, porte, à chaque bout, un levier vertical dirigé vers le sol; chaque levier est relié à la barre correspondante d'accouplement

des roues, de telle sorte que toute orientation donnée par le volant de direction au train de roues AV est ainsi transmise, en sens inverse, au train arrière.

3° - Tracteur Renault. - L'arbre secondaire actionne à sa sortie de la boîte de vitesses, au moyen d'engrenages droits démultiplicateurs E, un autre arbre parallèle A qui commande, par cardans, les différentiels d'un pont arrière

Fig. 147

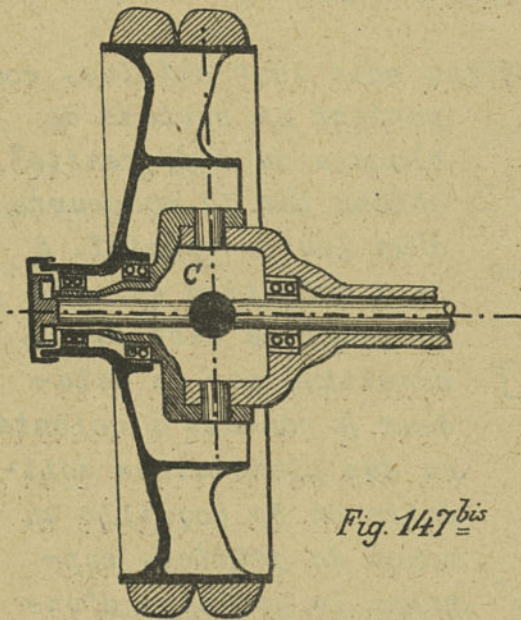
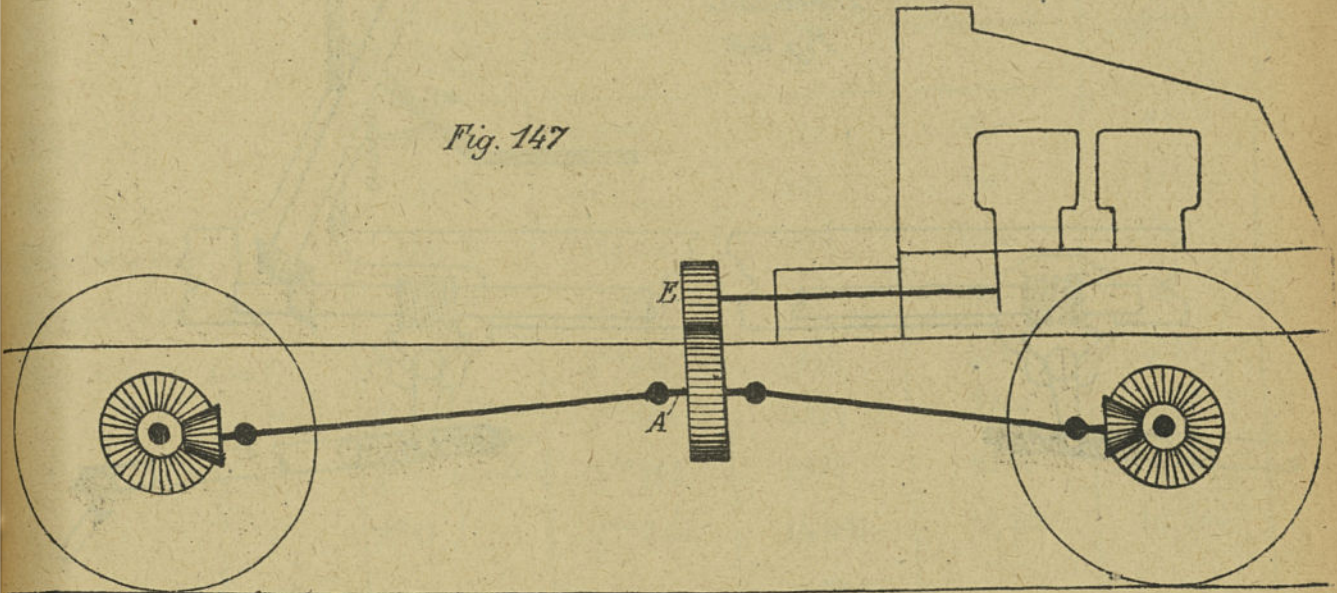


Fig. 147^{bis}

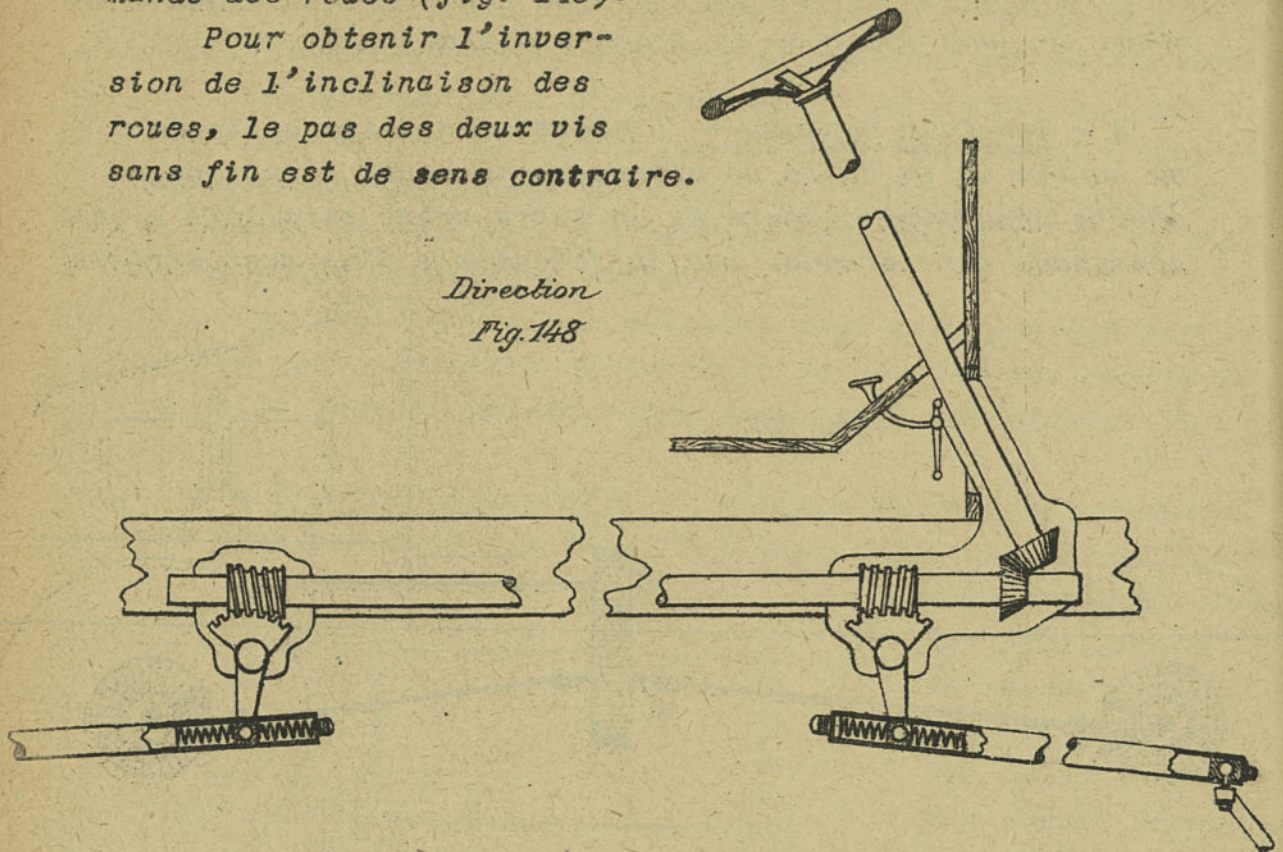
et d'un pont avant. Les roues sont attaquées par leur centre et les 2 demi-essieux de chaque pont comportent un joint à la cardan C permettant l'orientation latérale des roues (fig. 147 bis).

Un cabestan de halage peut être actionné par le moteur.

La direction est assurée par les 4 roues de la manière suivante : le volant commande un pignon d'angle et transmet ainsi son mouvement, avec une certaine démultiplication, à 2 vis sans fin (une pour chaque essieu) agissant sur un secteur denté; l'axe de ce der-

nier porte le levier de commande des roues (fig. 148).

Pour obtenir l'inversion de l'inclinaison des roues, le pas des deux vis sans fin est de sens contraire.



Dispositif de blocage du différentiel (fig. 149).

Tous les tracteurs, quelle que soit leur origine, comportent un système de blocage du différentiel, obtenu par la manoeuvre d'un levier spécial, à la disposition du conducteur; ce dispositif, constitué par un balancier B rendant à volonté un des planétaires solidaire de la coquille au moyen de griffes, supprime le patinage d'une seule roue rendu possible par le différentiel en cas d'inégalité d'adhérence des deux roues d'un même essieu, par suite de l'état du sol.

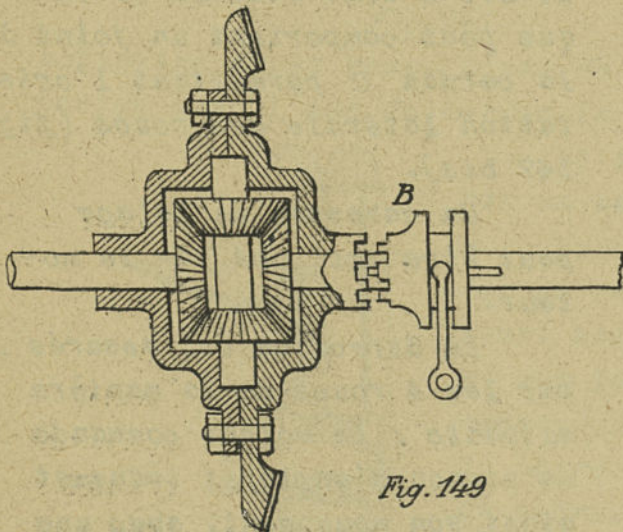


Fig. 149

ble par le différentiel en cas d'inégalité d'adhérence des deux roues d'un même essieu, par suite de l'état du sol.

Caractéristiques des tracteurs actuellement en usage.

Les tracteurs, actuellement en usage dans l'Artillerie, se rapportent, presque exclusivement, à l'un des trois types décrits plus hauts. Les caractéristiques principales en sont consignées dans le tableau ci-dessous.

	Caterpillar Rochault. (8 cylindres.)	Panhard	Latil	Renault	Jeffroy	
Essaiage	125 ^{mm}	125 ^{mm} /m.	120	130	95	
Course	150 ^{mm}	150 ^{mm} /m.	160	160	133	
Vitesse de régime	1200 ^{tr}	1000 t. m.	1000	1000	1500	
Puissance (à cette vitesse)	110 ^{HP}	44 HP.7	45	48	33	
Vitesse en Km H. en 1° 2° 3° 4° 5° 6° MAR.	1 ^{km} 54	2 ^{km} 630	1,980	2,530	5,250	
	2 ^{km} 99	5 ^{km} 100	3,950	5,700	9,000	
	4 ^{km} 48	10 ^{km} 850	6,620	9,600	15,000	
	5 ^{km} 97	17 ^{km} 200	10,490	15,700	25,000	
			17,776			
			3 ^{km} 050	3,120	7,820	4,900
Poids à vide	14.000 ^{Kg}	5000	6000	7000	2850	
Poids en charge	22.000 ^{Kg}	7000	8000	9000	4900	
Pente maxima accessible isolé en charge en 1 ^{ère} vitesse	40 %	40 %	54 %	39 %	23 %	
Cabestan. Vitesse	2 ^{km} 16	2 ^{km} 500	1 ^{km} 100	1 ^{km} 180		

Lorsque, par suite de l'état du sol ou de la raideur de la pente, le remorquage devient impossible, le cabestan ou treuil permet au tracteur de hâler 15 T. sur une rampe de 15 %, l'effort utilisable (3.500 Kg) pouvant être dou-

blé par mouflage, lorsqu'il s'agit de sortir d'un passage particulièrement difficile, ou de tirer un véhicule embourbé ou calé dans un fossé.

CATERPILARS.-

Le principe du tracteur agricole dit "Caterpillar" ou "Chenille" a été adapté également à la traction du matériel de l'Artillerie Lourde et à la propulsion de certains véhicules spéciaux (chars d'assaut).

Il se compose, en principe, d'un véhicule de type courant à 2 roues motrices sur l'essieu arrière et 2 roues folles sur l'essieu avant.

Sur la périphérie de 2 roues latérales correspondantes vient s'enrouler une espèce de cingoli formant chaîne sans fin et constituant en quelque sorte un chemin roulant qui se place sur le sol au fur et à mesure du déplacement de l'ensemble du véhicule. Lorsque celui-ci est passé, le chemin ainsi franchi se relève, passe sur la roue postérieure et se trouve alors ramené sous la roue avant pour se présenter sous le véhicule au moment de son passage.

Le mécanisme comporte deux systèmes d'embrayage : un pour chaque cingoli et pour tourner, il suffit de débrayer la transmission du côté où l'on veut aller; il n'y a donc pas de différentiel à prévoir.

La surface adhérente représentée par toute la partie du cingoli en contact avec le sol est considérable et la charge remorquée peut constituer de véritables trains (50 tonnes). Grâce à ce dispositif, le Caterpillar malgré son poids considérable, ne s'embourbe pas; il circule avec aisance dans les terres labourées, franchit les ruisseaux et les tranchées sans difficulté.

Le type le plus récent de tracteur utilisant les principes ci-dessus est le Tracteur Renault 110 HP 1917 (fig.150).

L'ensemble du mécanisme et la plateforme sont supportés par un châssis rigide en tôle et fers profilés A. Les organes de roulement sont constitués par 3 chariots B_1 B_2 B_3 articulés deux à deux sur des axes transversaux X_1 X_2 . Ces

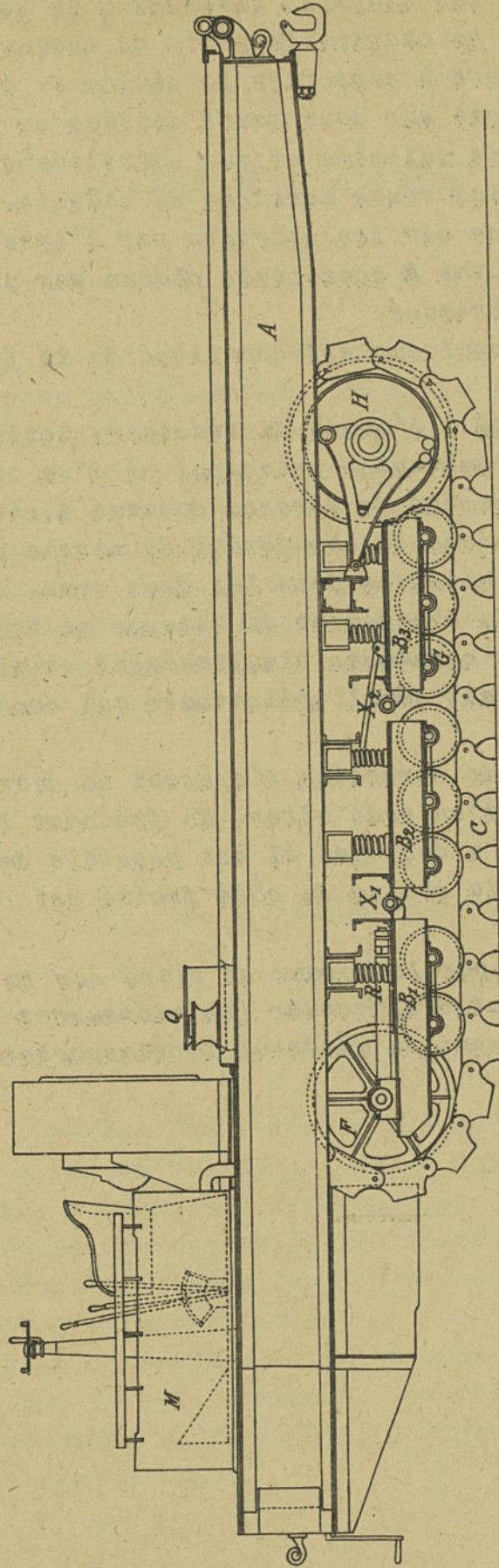


Fig. 150. -- Tracteur - Caterpillar Renault.

chariots roulent sur les cingolis latéraux C au moyen de galets de roulement G. Le chariot AV porte de chaque côté une poulie folle F qui sert à supporter la chaîne C. A l'arrière, les chaînes s'enroulent sur deux roues dentées ou barbotins H, portées par le châssis lui-même et qui constituent à proprement parler les deux roues motrices du châssis.

Le châssis repose sur les chariots par l'intermédiaire de 16 ressorts à boudins R constitués chacun par un groupe de deux ressorts concentriques.

Le mécanisme propulseur est constitué de la façon suivante :

Le moteur M placé à l'avant du tracteur, actionne par l'intermédiaire d'un embrayage principal et d'un arbre de transmission un changement de vitesse donnant 4 vitesses et possédant un mécanisme de changement de marche permettant d'obtenir les 4 vitesses dans les deux sens.

De chaque côté du changement de vitesse se trouvent 2 embrayages latéraux commandés simultanément et transmettant le mouvement à deux démultiplicateurs qui commandent chacun un barbotin.

Les changements de direction s'opèrent en débrayant la chaîne du côté où l'on veut virer. En freinant le mécanisme du côté qu'on a débrayé, il est possible de virer sur place, car alors la chaîne du côté freiné est complètement immobile.

Un cabestan Q mû par le moteur et placé sur la plateforme du châssis permet d'effectuer les manoeuvres de chargement et de déchargement du matériel à transporter.

CHAPITRE XIV .

TRACTION - ADHERENCE.

Dans la traction animale, le cheval ne progresse que grâce à la composante horizontale de la réaction du sol où il prend appui par ses sabots plus ou moins obliquement et avec plus ou moins de force. De même, dans la traction mécanique, le mouvement propre du moteur a pour effet de faire tourner un ensemble de deux roues parallèles, en contact avec le sol, avec tendance au glissement d'avant en arrière, ce qui donne lieu à une réaction du sol d'arrière en avant qui constitue pratiquement la véritable force motrice, c'est -à-dire celle qui fait avancer le véhicule.

§. 1 - ADHERENCE. -

On appelle adhérence cette réaction du sol qui est indispensable pour que tout véhicule puisse se mouvoir et remorquer.

Cette adhérence ne s'exerce que sur les roues soumises à l'action du mécanisme, roues dites motrices, les autres roues du même véhicule ou des remorques ne sont que porteuses et c'est, au contraire, la réaction de l'avant vers l'arrière développée dans leur entraînement, au contact du sol, qui produit leur rotation.

Pour bien comprendre la façon dont le véhicule peut progresser sur le sol, analysons les phénomènes qui entrent en jeu et étudions la façon dont l'effort produit par le moteur peut être utilisé.

Frottement et Glissement. - Supposons un corps tel une pierre de taille placée sur le sol et cherchons à en obtenir le déplacement en faisant intervenir une force F appliquée en son centre. Faisons augmenter progressivement la valeur de cette force en partant d'une force nulle, et cela jusqu'à ce que le mouvement se produise. Si nous appelons G la résistance vaincue, nous avons :

$$F \geq G$$

G étant la résistance au glissement sur le sol.

L'expérience montre que cette résistance est proportionnelle au poids du corps en question et, par suite :

$$G = fP$$

f , le coefficient de proportionnalité, est ce qu'on appelle le coefficient de frottement. Il dépend, l'expérience le montre, de la nature des surfaces en contact (sur la glace, par exemple, la pierre de taille considérée glisera plus facilement que sur une route raboteuse). Toutefois, pendant l'expérience ci-dessus, il est à remarquer

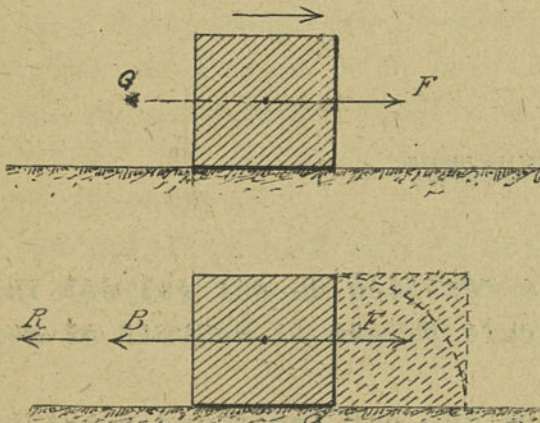


Fig. 151

que souvent, au cours de l'accroissement de la force F , nous obtiendrons le déplacement de la pierre considérée par rabattement autour de a avant que le glissement ait eu lieu : c'est qu'alors nous aurons vaincu la résistance au basculement B :

$$F \geq B$$

cette dernière étant inférieure à celle qui s'oppose au glissement puisque nous avons atteint sa valeur au préalable. A ce moment, nous serons donc dans une situation telle que :

$$B \leq F < fP$$

L'expérience a montré, après essai, que si l'on prenait le soin d'abattre les coins de la pierre rectangulaire, le basculement exigerait une force beaucoup moindre, et cela d'autant que a se rapprochera de la verticale passant



Fig. 152

par le centre de gravité. A la limite, le nombre des faces augmentant indéfiniment, le corps à section polygonale devient cylindrique, la résistance

au basculement devient la résistance au roulement et on a, au moment où le déplacement par roulement est obtenu :

$$R \leq F < fP$$

Puisqu'il y a roulement, il est dès lors évident que l'effort F produit le même effet qu'un couple dont les forces appliquées à la périphérie du rouleau considéré suivent les règles ci-dessus. Il en est de même de la résistance et le couple $F F$ doit vaincre le couple RR .

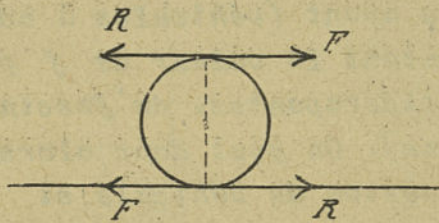


Fig. 153

Supposons que la valeur de R augmente et atteigne, puis dépasse, la valeur Pf . A cette période, la force F ne pouvant atteindre la valeur de R sans passer au préalable par celle de Pf , au moment où cette dernière sera

atteinte, la résistance au glissement étant vaincue, la roue patinera, tournera sur place et ne pourra plus progresser.

Donc, à partir d'une certaine valeur de la résistance au roulement due au poids propre du véhicule ou des remorques attelées derrière lui, la translation ne sera jamais obtenue quelle que soit la valeur F de la force que le moteur sera susceptible de fournir, c'est-à-dire lorsque :

$$R > Pf$$

c'est cette valeur que l'on appelle l'adhérence limite,

P étant le poids supporté par l'essieu moteur ou poids adhérent,

f étant le coefficient de frottement dépendant, nous l'avons vu, de la nature des surfaces en contact, en

l'espèce bandage et sol de la route.

Avec les bandages en fer, sur route moyenne et sèche,

$$f = 0,3$$

en caoutchouc plein $f = 0,4$

pneumatiques $f = 0,6.$

Par suite, étant donnée une valeur de R définie par la nature ou le nombre des véhicules à déplacer, si cette valeur est dans le voisinage ou supérieure à celle de l'adhérence limite au moment considéré, pour obtenir le mouvement de translation, il ne faudra donner à F la valeur nécessaire qu'après avoir augmenté celle de P f de façon à ne pas atteindre cette dernière. On y parviendra en augmentant la valeur de P, c'est-à-dire du poids utilisé pour obtenir l'adhérence sur le sol, par surcharge de l'essieu moteur ou en rendant les deux essieux moteurs et utilisant ainsi le poids porté par l'essieu avant (véhicules à adhérence totale) - ou bien en augmentant la valeur de f par l'emploi de sable, de chaînes antidérapantes, de fascines, fagots ou autres moyens de fortune). On peut donc alors assurer le roulement et la progression du véhicule si

$$F = R \quad \text{avec} \quad R < P f$$

la valeur de ce dernier produit ayant été augmentée suffisamment pour que cette inégalité se trouve vérifiée.

Reste donc à évaluer la résistance au roulement R.

§. 2. - EFFORT RESISTANT .-

1° En palier.- Sur route horizontale, différentes forces tendent à s'opposer au mouvement d'un véhicule actionné par un moteur; ces forces sont les suivantes :

- a) la résistance au roulement;*
- b) la résistance de l'air;*
- c) la résistance aux fusées d'essieu;*
- d) la résistance des mécanismes;*

dont la somme donne l'effort de traction à appliquer sur le véhicule pour obtenir son déplacement.

a) Résistance au roulement. - Quand un cylindre, de rayon r , de poids P , roule sur un plan horizontal d'un mouvement uniforme, pour entretenir ce mouvement, il faut lui appliquer en O un effort T comme s'il existait une résistance égale et directement opposée appelée improprement frottement de roulement et provenant des déformations des surfaces de roulement dans le voisinage de leur contact.

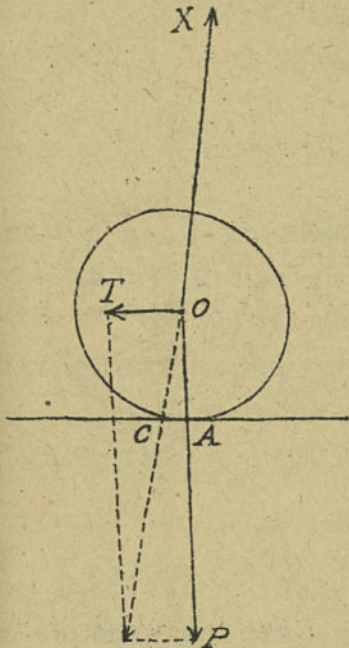


Fig. 154

La réaction X est donc une force égale et directement opposée à la résultante de P et de T , de telle sorte que les trois forces P , T et X se font équilibre.

Cette réaction X obéit à la loi formulée par Coulomb.

Loi de Coulomb. - La réaction du sol passe par un point C situé en avant du contact A , tel que l'on ait la relation :

$$T = AC \frac{P}{r} = K \frac{P}{r}$$

K étant une constante pour les mêmes matières en contact.

b) Résistance de l'air. - Cette résistance est sensiblement proportionnelle à la plus grande surface verticale S exposée à l'action de l'air et au carré de la vitesse avec laquelle on se déplace.

Plusieurs formules ont été établies expérimentalement. En automobilisme, on admet, comme formule approchée :

$$R = 0,005 \times S \times v^2 \quad \left\{ \begin{array}{l} S \text{ en m}^2. \\ v \text{ en Kilom/heure.} \end{array} \right.$$

c) Résistance des fusées d'essieu. - Cette résistance assez importante quand le constructeur ne fait pas usage de roulements à billes; elle provient du frottement de glissement des fusées d'essieu dans les boîtes de roues.

Si f_1 est le coefficient de frottement de la fusée et ρ son rayon, P la charge portée par la roue, le travail de frottement pendant un tour sera : $P f_1 \times 2 \pi \rho$ et, par unité de longueur, r étant le rayon de la roue :

$$\frac{P f_1 \times 2 \pi \rho}{2 \pi r} = P f_1 \frac{\rho}{r}$$

Pour diminuer ce travail de frottement, il y a donc à diminuer f_1 par l'emploi de lubrifiants et de roulements à billes de construction très soignée; à diminuer ρ en employant un métal ayant une plus grande limite de rupture et à augmenter r , rayon de la roue.

La valeur moyenne de $f_1 \frac{\rho}{r}$ est 0,002, soit 2 Kg par tonne.

d) Résistance des mécanismes. - Elle est constituée par les frottements, trépidations, chocs des divers organes de la machine et de ses transmissions de mouvement.

Sa valeur dépend donc de la perfection de la fabrication, de l'ajustage des pièces, du choix judicieux des matières premières, de l'état d'usure, de l'entretien et du graissage des divers organes.

Coefficient de traction. - Les considérations ci-dessus permettent d'établir une formule donnant l'effort de traction rapporté à l'unité de poids déplacé : c'est le coefficient de traction dont la valeur calculée est, en moyenne, égal à 0,03 ce qui correspond à 30 Kg d'effort de traction par tonne de charge en palier.

2° En rampe. - Quand le véhicule gravit une rampe, il se produit un travail résistant complémentaire provenant du travail correspondant à son changement de niveau. La résistance introduite n'est autre que la composante parallèle à la pente du poids P du véhicule; c'est donc : $P \sin \alpha$, ou si n est le nombre de millimètres de rampe par mètre de

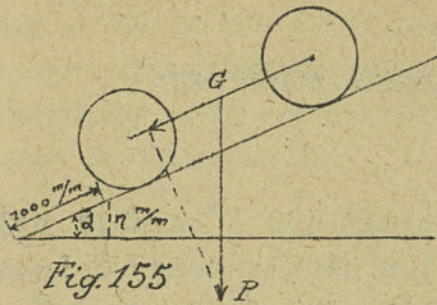


Fig. 155

parcours, sur cette rampe, $\sin \alpha = \frac{n}{1000}$, ce qui permet de déduire la règle pratique suivante :

En rampe, l'effort de traction par tonne est augmenté d'autant de kilos qu'il y a de millimètres par mètre dans la rampe.

Ex. : Sur une rampe de 4 ‰ ou $\frac{40 \text{ m/m}}{1000 \text{ m/m}}$, l'effort de traction, par tonne, devra être de $30 \text{ K} + 40 \text{ K} = 70 \text{ kilos}$.

Démarrage. - L'effort de traction dont il vient d'être question est celui nécessaire pour entretenir le mouvement du véhicule déjà en marche et il doit être tel que les différentes résistances dont il a été parlé, soient continuellement vaincues par cet effort demandé au moteur.

Mais l'effort moteur doit être, en outre, susceptible de permettre au départ d'amener le véhicule de l'état de repos à l'état de mouvement, dans des conditions déterminées de temps et de vitesse. Cet effort spécial nécessaire pour vaincre l'inertie du véhicule et l'amener à sa vitesse de marche dans un temps déterminé constitue l'effort de démarrage.

Effort de démarrage. - Si l'on admet comme approximation que l'accélération demeure constante pendant toute la durée de la mise en vitesse, l'effort supplémentaire moyen développé pour atteindre la vitesse V en mètres, en t sec. sera :

$$F = \frac{P}{g} \frac{V}{t} \quad (\text{masse} \times \text{accélération}).$$

De telle sorte qu'en nombre ronds, l'effort moyen de démarrage par tonne sera sensiblement $\frac{1000}{10} \frac{V}{t}$ ou $100 \frac{V}{t}$ (1).

Travail correspondant au démarrage. - Le travail produit par cet effort, en admettant l'accélération constante, c'est-à-dire la vitesse moyenne égale à $\frac{V}{2}$ est donné par :

$$T = \frac{P}{g} \frac{V}{t} \times \frac{V}{2} t = \frac{1}{2} \frac{P}{g} V^2 = \frac{1}{2} m V^2$$

ce qui correspond à l'accroissement de la force vive du véhicule.

PROBLEMES PRATIQUES.

A - VEHICULES A DEUX ROUES MOTRICES.-

I - Quelle est la puissance du moteur que l'on doit prévoir dans l'établissement d'un camion devant peser 6 tonnes en charges et susceptible de réaliser, sur rampe de 2 %, une vitesse de 18 km à l'heure ? On supposera que le rendement des transmissions est de 70 % .

L'effort moteur à développer à la jante sera de :

$$6 (30 + 20) = 300 \text{ Kgs}$$

Il faudra donc disposer à la jante, si la vitesse est de 18 km à l'heure, c'est-à-dire 5^m par seconde, de :

$$300 \times 5 = 1500 \text{ kilogrammètres}$$

$$\frac{1500}{75} = 20 \text{ chevaux-vapeur.}$$

La puissance du moteur devra donc être de :

$$\frac{20 \times 100}{70} = 28 \text{ chevaux 5 au minimum.}$$

II - 1° Quel effort à la jante doit-on appliquer à un camion de 6 tonnes gravissant une rampe de 6 % en mouvement uniforme ?

La résistance à vaincre par l'effort de traction sera la somme de la résistance au roulement en terrain horizontal

$$6 \times 30 = 180 \text{ Kg}$$

et de la résistance en pente de 6 % : $6 \times 60 = \underline{360 \text{ Kg}}$

Il faudra donc développer un effort total de : 540 Kg

2° Quel poids de remorque pourrait-on entraîner sur cette pente en supposant que le poids adhérent est les 2/3 du poids total et que le camion est à bandages ferrés ($f = 0,3$) ?

Le poids adhérent étant : $\frac{6000 \times 2}{3} = 4000$ Kg, l'adhérence sera : $4000 \times 0,3 = 1200$ Kg; il reste donc :

$1200 - 540 = 660$ Kg d'adhérence disponible pour le remorquage. Or, l'effort à vaincre par tonne sur la pente de 6 % sera de : $30 + 60 = 90$ Kg. Le camion pourra donc remorquer au maximum :

$$\frac{660}{90} = 7 \text{ tonnes environ.}$$

3° Quelle devra être la puissance du moteur pour que le camion puisse remorquer 7 tonnes en 2^e vitesse sur cette pente, sachant que la 2^e vitesse correspond à 7 k 200 à l'heure (2^m par seconde) ?

L'effort de traction devra être de :

$$(6 + 7) (30 + 60) = 1170 \text{ Kg}$$

et la puissance à la jante de :

$$1170 \times 2 = 2340 \text{ kilogrammètres} = \frac{2340}{75} = 31 \text{ chev.vapeur.}$$

En supposant un rendement des transmissions de 75 %, il faudra un moteur d'une puissance minima de :

$$\frac{2340}{75} \times \frac{100}{75} = 42 \text{ chev.vap. environ.}$$

III - 1° Quelle est la puissance nécessaire à une voiture de 2 tonnes pour démarrer en palier à une vitesse de 25 Km à l'heure en 25 secondes (7^m par seconde) ?

2° Même problème dans le cas d'une rampe de 2 %.

1° - Le travail total développé par le moteur pour vaincre l'inertie pendant les 25 secondes de démarrage est, d'après le principe des forces vives :

$$\frac{1}{2} \frac{2000}{g} \times 7^2 = 4900 \text{ Kgm}$$

ce qui correspond à un travail moyen de $\frac{4900}{25}$ soit environ 200 Kgm, c'est-à-dire un peu moins de 3 chev.vap. qui est demandé au moteur exclusivement pour vaincre l'inertie et réaliser la vitesse demandée.

Le moteur devra donc pouvoir fournir, au moment où la

voiture atteint la vitesse de 7^m par seconde, vers la fin du démarrage, une puissance momentanée suffisante pour vaincre également les autres résistances, soit :

$(2 \times 30)^K \times 7^m = 420 \text{ Kgm}$ (en plus de 200 Kgm) et par suite fournir une puissance de 620 Kgm ou $\frac{620}{75} = 8 \text{ chev.vap. environ}$ à la jante; il devra donc avoir une puissance propre de :

$$\frac{8 \times 100}{70} = 11 \text{ chev. environ (en donnant une valeur de 70 \% au rendement des transmissions).}$$

2° - Sur une rampe de 2 %, pour démarrer dans les mêmes conditions, il devra fournir à la jante une puissance de :

$$2 (30 + 20) 7 + 200 = 900 \text{ Kgm}$$

ce qui correspond à un moteur de :

$$\frac{960 \times 100}{70 \times 75} = 17 \text{ chevaux environ.}$$

B - VEHICULES À QUATRE ROUES MOTRICES.

I - a) Quel effort à la jante doit-on appliquer à un tracteur à adhérence totale, pesant en charge 7 tonnes 5, pour lui permettre de gravir, sans remorque, une rampe de 6 % en mouvement uniforme ?

Il faudra développer un effort total de :

$$7,5 (30 + 60) = 675 \text{ Kg.}$$

b) Quel poids de remorque pourrait entraîner ce tracteur sur cette pente ?

Le poids adhérent est de $7^t,5$ et, avec les bandages en caoutchouc plein, l'adhérence sera de : $7500 \times 0,4 = 3000 \text{ Kg}$

Il restera donc : $3000 - 675 = 2325 \text{ Kg}$ d'adhérence disponible, pour le remorquage. L'effort à vaincre par tonne

remorquée étant de $30 + 60 = 90$ Kg sur la pente envisagée,
il en résulte que le tracteur pourra remorquer, au maximum :

$$\frac{2325}{90} = 25 \text{ tonnes environ .}$$

o) Quelle devra être la puissance du moteur pour que le tracteur puisse remorquer 15 tonnes sur cette même pente à une même vitesse de 5 km à l'heure ?

L'effort de traction à développer devra être de :

$$(7,5 + 15) (30 + 60) = 2025 \text{ Kg}$$

et la puissance à la jante sera le produit de cet effort par le déplacement par seconde, soit :

$$2025 \times \frac{5000}{3600} = 2812 \text{ Kgm,5}$$

$$\text{ou : } \frac{2812,5}{75} = 37 \text{ chev.vapeur 5 .}$$

En supposant un rendement des transmissions de 75 % il sera nécessaire de donner au moteur du véhicule une puissance minima de :

$$\frac{37,5 \times 100}{75} = 50 \text{ chev.vapeur.}$$

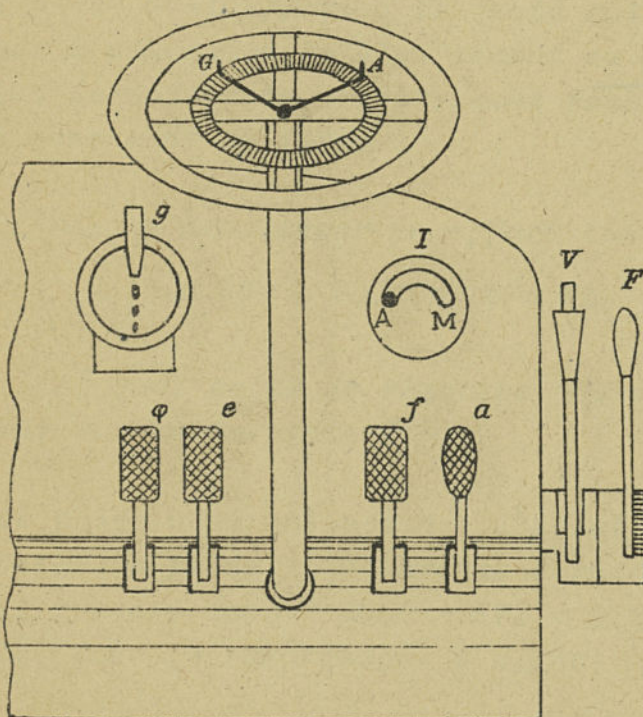
CHAPITRE XV.

CONDUITE.ORGANES DE COMMANDE - MISE EN ROUTE - PRINCIPES DE CONDUITE.MARCHE DEFECTUEUSE - PANNES.VERIFICATION D'UNE VOITURE.-GRAISSAGE ET ENTRETIEN.-

§. 1 - ORGANES DE COMMANDE.-

Les organes de commande mis à la disposition du chauffeur pour lui permettre d'assurer la marche de la voiture peuvent se diviser en trois groupes principaux :

- 1° Moteur,
- 2° Embrayage et changement de vitesse,
- 3° Freins.



Les positions relatives des organes de commande sur la voiture permettent généralement la manoeuvre dans les conditions suivantes :

Le conducteur tient en mains le volant de direction; il commande : de la main droite :

l'avance à l'allumage A;

l'étrangleur des gaz G ;

le changement de

Fig. 156

vitesse V;

le frein sur roues F ;

l'interrupteur d'allumage I ;

il règle, s'il y a lieu, le débit du compte-gouttes
du graisseur g ;

du pied droit :

l'accélérateur a ;

le frein de transmission f ;

du pied gauche :

l'embrayage e ;

le frein au moteur φ .

§. 2 - MISE EN ROUTE ET PRINCIPES DE CONDUITE DE LA VOITURE. -

Opérations préliminaires à la mise en route de la voiture. -

Faire le plein d'essence , d'huile, d'eau.

Vérifier le plein des bidons de secours.

S'assurer que le changement de vitesse est bien au
point mort, ouvrir le robinet d'essence et mettre le mo-
teur en marche.

Pour lancer le moteur : Supprimer l'avance à l'allu-
mage;

Noyer le carburateur, fermer l'entrée d'air et, l'hi-
ver, verser un peu d'essence par les robinets de décompres-
sion pour faciliter le départ;

Agir sur la manette de décompression si la voiture est
d'une certaine puissance et comporte un tel dispositif;

Prendre la manivelle d'une seule main (jamais des deux),
comprimer le ressort de la manivelle en amenant celle-ci à
son point d'accrochage sur l'arbre moteur et tirer en re-
montant de bas en haut aussi rapidement que possible et
franchement, sans balancement préalable.

S'assurer alors que le moteur fonctionne sans ratés et obéit à l'accélérateur;

Régler le graissage de manière à ne pas fumer;

S'assurer que la circulation d'eau se fait bien.

Ecouter avec attention le bruit du moteur afin de voir s'il ne se produit rien d'anormal.

Mise en route de la voiture.-

S'installer au volant et prendre en mains la direction.

Débrayer et mettre en prise la première vitesse.

Embrayer progressivement en accélérant légèrement au moyen de la pédale d'accélérateur.

Dès que la voiture a pris sa vitesse, débrayer, prendre la deuxième vitesse, embrayer progressivement, accélérer, et ainsi de suite jusqu'à la plus grande vitesse.

Régler l'admission sans forcer l'allure; le réglage de l'allure ne doit se faire que par l'admission (pédale d'accélérateur), à l'exclusion des freins dont l'emploi doit être limité au strict indispensable; ceux-ci doivent être vérifiés au début de chaque sortie et, de temps à autre, en cours de route.

Pour ce qui est de l'allure à soutenir, il y a lieu de poser, comme un principe absolu, qu'à tout moment, la vitesse de marche doit être telle que la voiture puisse s'arrêter dans l'espace libre que l'on a devant soi.

§. 3 - MARCHE DEFECTUEUSE DE LA VOITURE.

PANNES.

Les différentes causes de mauvais fonctionnement des divers organismes de la voiture ont été étudiées pour chacun d'eux; elles se trouvent résumées, ainsi que les moyens de les déceler et d'y porter remède, dans les trois tableaux ci-joints extraits de la Circulaire Ministérielle du 17 Avril 1913.

§. 4 - EXAMEN D'UNE VOITURE ET VERIFICATION
DE SON BON FONCTIONNEMENT.

Si la recherche et la découverte de la cause d'une panne permettent d'être, dans la majeure partie des cas, capable d'arriver à destination, il est nécessaire, pour assurer régulièrement un service déterminé, d'éviter tout arrêt intempestif, cause de retard, de désorganisation et d'encombrement.

Dans ce but, il est indispensable de vérifier, à intervalles déterminés, tout véhicule en service, en opérant avec méthode et toujours suivant un programme adopté une fois pour toutes, seul procédé assurant contre une négligence ou un oubli.

En pratique, on examinera d'abord les parties extérieures du véhicule, puis on procédera à la vérification du fonctionnement des organes mécaniques.

A - Examen des parties extérieures. -

1° - Roues. -

S'assurer de leur état de conservation, en frappant avec un marteau de poids moyen sur les rais, les jantes et le cercle (bandages ferrés). Un son mat indique que la roue est en bon état, un son grêle, vibrant, ou fêlé, indique un jeu dans les assemblages, une crique dans le cercle en fer, et la nécessité de rechâtrage.

S'assurer que les bandages de caoutchouc sont bien fixés, en frappant latéralement sur le bord de l'armature en fer.

Vérifier le serrage des divers boulons d'assemblage et le goupillage de l'écrou de réglage de la fusée d'essieu.

Soulever l'essieu et faire tourner la roue pour apprécier le graissage et le réglage des freins (desserrage complet).

2° - Ressorts de suspension. -

S'assurer que les lames ne sont pas déplacées latéralement, que le boulon étoquiau n'est pas cassé, et que

les brides d'essieu sont bien serrées.

(Le ressort doit être relié à l'essieu avec interposition d'une cale en bois dur). Au cas où on serait amené à démonter un ressort, en profiter pour graisser les lames.

S'assurer que les boulons d'axe des jumelles ou les glissières ne sont pas trop usés, et les remplacer s'il y a lieu.

3° - Bielles de direction - barres d'accouplement, etc..

S'assurer qu'elles ne sont pas faussées et que leurs diverses connexions sont en bon état (n'ont pas de jeu exagéré).

4° - Cadre et longerons du châssis, etc...-

Examiner rapidement les divers assemblages (en frappant au marteau), rivets, boulons, etc... et remplacer ou resserrer tout ce qui n'est pas en état. Les rivets manquants, ou trop lâches, peuvent être remplacés par des boulons de même diamètre.

5° - Fuites diverses.-

Examiner le sol sous la voiture, pour voir s'il existe des fuites d'eau, d'huile ou d'essence et en profiter pour en rechercher l'origine.

6° - Examen rapide de la carrosserie et des accessoires.+

Fixation des planches diverses et des ailes de roues, vérification des lanternes, trompe, etc...

B - Examen détaillé des organes mécaniques.-

En suivant la méthode indiquée par les tableaux ci-dessus, on vérifiera successivement les mécanismes, soit en observant leur fonctionnement pendant la marche du véhicule, soit sur place, après avoir fait enlever le capot, les planches marchepied et les diverses parties mobiles de la carrosserie.

Dans tous les cas, c'est la vérification du fonctionnement du moteur qui exige le plus d'attention; e le se fera de la manière suivante :

1° - Moteur. -

S'assurer, en le tournant à la main par demi-tours de manivelle qu'il existe une bonne compression dans chaque cylindre. En cas contraire, les défauts sont indiqués par le Tableau I.

D'une manière générale, si le moteur est en bon état, on doit pouvoir obtenir, aux environs de la compression, un balancement facile et silencieux de la manivelle.

Un choc sourd est l'indice d'un jeu anormal dans un coussinet de tête de bielle; un frottement ou grincement peut faire craindre le déplacement d'un axe de pied de bielle, ou une flexion permanente du vilebrequin.

On essaie ensuite de mettre le moteur en marche et, si on observe soit des ratés, soit un arrêt, soit une impossibilité à partir, l'application du tableau ci-dessus fera ressortir d'où vient la défectuosité constatée.

2° - Embrayage. -

Son fonctionnement se vérifie de préférence en marche. Il doit assurer l'entraînement du véhicule avec progressivité et sans patinage permanent.

Si l'embrayage à cône est trop brutal, c'est l'indice d'un cuir brûlé ou d'un ressort d'embrayage trop tendu. S'il patine, même avec un ressort bien tendu, c'est que le cuir est trop usé et que le cône mâle porte en bout contre le fond du cône femelle.

Remplacer tout le cuir.

Si l'embrayage à disques fonctionne mal, il peut patiner; c'est l'indice d'un ressort trop faible, des disques gondolés ou usés : resserrer le ressort ou démonter; accrocher, c'est l'indice d'usure en dents de scie des rainures ou clavettes d'entraînement. Coller, c'est l'indice d'un encrassement interne ou d'emploi d'une huile trop épaisse. Lavage au pétrole et remise d'huile très fluide.

3° - Boîtes de vitesse. -

Suivre les indications du tableau. Si des roulements à billes sont cassés, les remplacer.

4° - Transmissions. -

Suivre les indications du tableau. On peut vérifier le

bon fonctionnement du différentiel en soulevant tout l'essieu arrière et en faisant tourner les roues motrices. La rotation doit avoir lieu sans choc et sans bruit. En cas contraire, craindre une avarie aux pignons planétaires ou satellites ou au croisillon du différentiel. Un des arbres peut être faussé. Opérer le démontage et vérifier les pièces.

Vérifier les joints de cardan (jeu assez faible), les chaînes de transmission et les bielles de poussée et tendeurs de chaînes. Opérer les remplacements nécessaires ou signaler.

5° - Freins. -

Vérifier leur réglage et leur efficacité - Ils doivent bloquer les roues sans que leurs commandes soient à fond de course.

6° - Organes de direction. -

S'assurer du bon état des organes de direction, soit pendant la marche, soit à l'arrêt, en soulevant au besoin l'essieu avant. La commande doit se faire sans dureté et sans jeu anormal, et le braquage doit être le même des deux côtés.

§. 5 - GRAISSAGE ET ENTRETIEN.

a) Moteur. - Employer de l'huile de bonne qualité demi-fluide, en toute saison et desserrer les pointeaux en hiver pour avoir le même nombre de gouttes qu'en été.

b) Embrayage. - A disques : Employer de l'huile oléonaphte ou de l'huile demi-fluide.

Dans les autres, employer de l'huile demi-fluide ou une bonne huile épaisse.

c) Changement de vitesse. - L'habitude veut qu'on emploie un mélange à parties égales d'huile oléonaphte et de graisse consistante.

Il semble préférable à employer de la Valvoline.

d) Différentiel et pont arrière. - Comme ci-dessus en évitant l'emploi de la graisse consistante (Changer tous les 2000 Km).

e) Roues. - Une bonne huile épaisse, ou mieux la Valvoline, est préférable à la graisse consistante en général employée (Changer tous les 500 Km).

f) Ressorts et direction. - Tous les trimestres, soulever la caisse pour faire bailler les ressorts et glisser quelques gouttes d'huile épaisse entre chaque ressort (ou les démonter et les enduire de Valvoline).

La boîte de direction se graisse avec de la graisse consistante.

g) Chaînes. - On les démonte, les laisse dégorger dans le pétrole, on les frotte au pinceau et on les laisse sécher. Ensuite, on les met sur le feu dans une bassine avec de la vaseline ou du suif (Tous les 1000 Km environ).

h) Cardans. - Les faire tourner dans des carters pleins d'huile demi-fluide ou les graisser avec de la graisse consistante.

Nota. - Toutes les articulations, jumelles, rotules, doivent être régulièrement visitées et graissées ou huilées. (entretien journalier).

Remarque. - En principe, la graisse consistante ne doit être considérée que comme un lubrifiant de fortune donnant des grumsaux susceptibles de boucher les pattes d'araignée.

On ne doit l'employer que pour les organes animés de faibles vitesses, auxquels on ne peut conduire l'huile, tels que les chapes de direction, les axes des jumelles, la boîte de direction, etc...; elle est suffisante si elle est amenée sous pression avec un graisseur à vis par exemple.

CHAPITRE XVI.

LES DIFFICULTES DE LA ROUTE.

Les difficultés que l'on rencontre dans la conduite d'une voiture automobile et provenant d'une cause étrangère à la voiture elle-même, peuvent être dues à la nature du sol, au tracé de la route, enfin aux obstacles rencontrés par suite du partage de celle-ci avec les autres modes de circulation.

§. 1 - DIFFICULTES DUES A LA NATURE DU SOL.

Le Dérapage. - On dit d'une voiture qu'elle dérape lorsque, par suite du manque d'adhérence, elle glisse latéralement sur le sol et n'a plus aucune tenue sur celui-ci. Cette situation fâcheuse se rencontre quand, par suite des circonstances atmosphériques, le sol n'offre plus de point d'appui sérieux aux roues, ce qui se présente lorsqu'il est gras ou en période de dégel.

Le remède préventif contre le dérapage est de ne manoeuvrer que prudemment et progressivement puisque la base sur laquelle on prend appui est beaucoup plus fragile qu'en temps normal; même en ligne droite, l'allure doit être réduite proportionnellement à l'adhérence, l'espace libre nécessaire à l'arrêt se trouvant augmenté dans ces proportions.

Pour éviter le dérapage, il y a lieu de suivre le milieu de la chaussée pour se mettre à l'abri de l'influence du dos d'âne formé par la route et assurant l'écoulement des des eaux.

Quoi qu'il en soit, quand le dérapage n'a pu être évité, la manoeuvre qui permet d'en limiter les effets, est de braquer les roues directrices vers le côté où l'on dérape, car

en cherchant à redresser la voiture dans le sens opposé, le mouvement de virage ainsi amorcé n'aurait pour résultat que de venir ajouter la force centrifuge à l'effet qu'il s'agit d'anéantir.

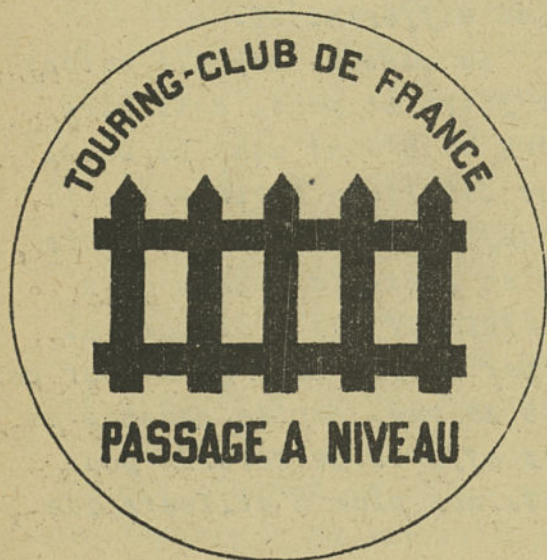
Les ANTIDERAPANTS atténuent le dérapage sans le supprimer et ne doivent, en aucun cas, faire oublier les règles de prudence ci-dessus; il y a lieu, à ce propos, de rappeler que les DEUX roues postérieures doivent être, à ce sujet, traitées sur le même pied; enfin, il peut y avoir intérêt à en munir une des roues directrices, puisque la direction peut être appelée à limiter les effets du dérapage et qu'elle doit, par suite, être nécessairement à l'abri de ceux-ci.

Les Ornières. - Le danger de ces dernières provient de ce que, généralement, elles ne sont pas tracées à la voie de la voiture; en outre, lorsqu'elles sont relativement profondes, les pièces placées à la base des mécanismes peuvent être détériorées par un contact accidentel et, le plus souvent, brutal, avec le sol.

Dans ce cas, marcher très lentement en maintenant très légèrement le volant pour laisser toute liberté aux roues qui suivent le sillon tracé.

Pour sortir de l'ornière, profiter d'un endroit où elle est moins profondément incrustée dans le sol et braquer fortement la direction pour éviter le patinage latéral.

Les Rails. - Les rails peuvent se présenter à l'automobiliste sous la forme d'une voie de tramway ou de passage à niveau avec ou sans barrière. Lorsque le chemin parcouru est suivi par une ligne de tramway, il faut éviter, à tout prix, de faire rouler les roues dans les pistes offertes par les rails car, outre la coupure possible du bord des enveloppes et l'arrachement des rivets de



l'antidérapant, la direction est impossible et l'arrêt par freinage beaucoup plus long à obtenir, par suite de la faible adhérence des roues sur l'acier.

Quant aux passages à niveau, les nombreux accidents dont ils ont été l'origine suffisent à montrer la nécessité des précautions à prendre pour les aborder. Le passage à niveau, nuit et jour, commande un ralentissement considérable et, en particulier lorsqu'il s'agit d'un passage à niveau sans barrière, ainsi que cela se présente trop souvent pour la traversée de la voie des chemins de fer d'intérêt local.

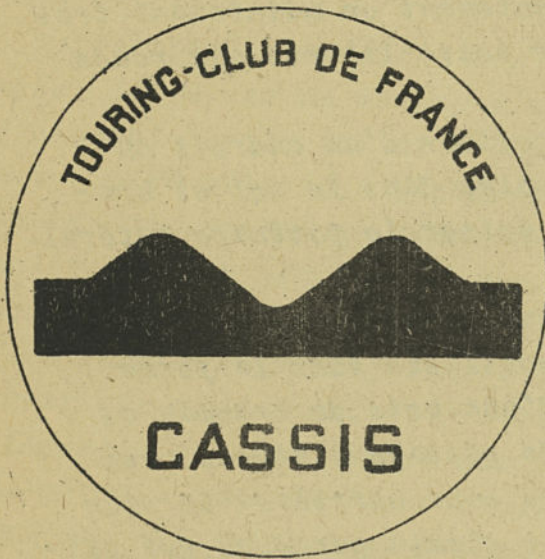
Pour le franchissement proprement dit, chaque gouttière formée par un rail doit donner lieu aux mêmes précautions que le passage d'un Cassis aggravées de ce fait qu'il y en a une suite de 2 ou 4 se succédant à intervalles très rapprochés.

Les Cassis. - Le cassis est un ruisseau pavé ou rigole traversant une route ou un chemin perpendiculairement à sa direction (Larousse), appelé souvent à tort "caniveau" qui désigne un ruisseau longeant le bord d'une chaussée pour servir à l'écoulement des eaux.

Passé à bonne allure, le cassis surprend le conducteur et du choc, au moment du passage, peut résulter le bris d'un ressort, l'éclatement de pneumatiques, une déviation de la direction ou, enfin, la mise hors service du différentiel.

Le cassis, signalé autant que faire se peut, doit être prévu et craint dans le voisinage des lieux habités et, là

plus que partout ailleurs, le chauffeur doit toujours être maître de sa vitesse; quoi qu'il en soit, le cassis doit toujours être abordé PERPENDICULAIREMENT; la pratique qui veut qu'on ne le fasse franchir par chaque roue qu'à tour de rôle est déplorable à tous points de vue, car le châssis se trouve alors soumis à de violents efforts de torsion pour lesquels il n'a pas été construit, non plus d'ailleurs que



Les pièces de fixation sur lui du moteur et des différents mécanismes.

Les Empièrrements. - Il arrive que l'on se trouve tout

TOURING-CLUB DE FRANCE

ATTENTION !..

ROUTE EN COURS DE
RECHARGEMENT

à coup en présence d'une route en cours de rechargement sur laquelle les cailloux étendus n'ont pas encore été roulés; quelles que soient les précautions prises, il est bien certain que les bandages auront à

souffrir; il ne peut être question que de réduire le dégât au minimum : pour obtenir ce résultat, éviter de rouler sur des pneus dégonflés, diminuer autant que faire se peut la charge qu'ils supportent en faisant mettre pied à terre aux voyageurs, et attaquer l'empierrement à vitesse très réduite, passer en première vitesse et ne donner que juste la quantité de gaz nécessaires à maintenir le mouvement en avant du véhicule très régulièrement sans à coups. Si possible, lancer la voiture et profiter de l'élan pour passer la partie empierrée en supprimant l'action du moteur par débrayage.

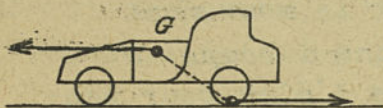
§. 2 - DIFFICULTES DUES AU TRACE DE LA ROUTE. -

Les Rampes. - Il résulte de tout ce qui a été dit dans l'étude du moteur et des mécanismes que les côtes doivent être montées le plus vite possible, pour éviter l'échauffement du moteur et que, dans l'ascension de celles-ci, il ne faut pas hésiter à passer à la vitesse inférieure dès que l'on sent le moteur descendre au-dessous de sa vitesse de régime correspondant à l'admission maxima des gaz. En arrivant au sommet, il est de toute prudence de ralentir alors l'allure, le dos d'âne formé par le changement de déclivité pouvant dérober à la vue un autre véhicule se dirigeant en sens contraire.

En cas d'arrêt en côte, ne pas omettre au moment du nouveau démarrage de serrer à fond le frein à main avant d'opérer le débrayage préliminaire à la manoeuvre du levier de changement de vitesses, et ne desserrer le frein

que progressivement, à mesure qu'on lâche la pédale d'embrayage et que l'on donne des gaz à l'aide de l'accélérateur; faute de ces précautions, la voiture partirait en dérive en reculant, ce qui ne laisserait pas d'être la cause d'accidents parfois fort graves.

Les Descentes. - Le Conducteur d'une voiture automobile doit rester constamment maître de sa vitesse, dit l'article 14 du Décret du 10 Mars 1899; le respect de cette prescription doit être le souci dominant du chauffeur dans une descente et, dans ce but, il ne devra pas oublier que, par suite de l'action du frein et du couple en résultant, une partie de la charge de l'essieu arrière se trouve transportée sur les roues avant, diminuant ainsi l'adhérence des roues arrière, et rendant ainsi le dérapage plus à craindre. Comme



il a été expliqué plus haut, il y a intérêt à utiliser le plus possible l'action modératrice du moteur et, dans le cas où elle apparaîtrait comme insuffisante, il faudrait uti-

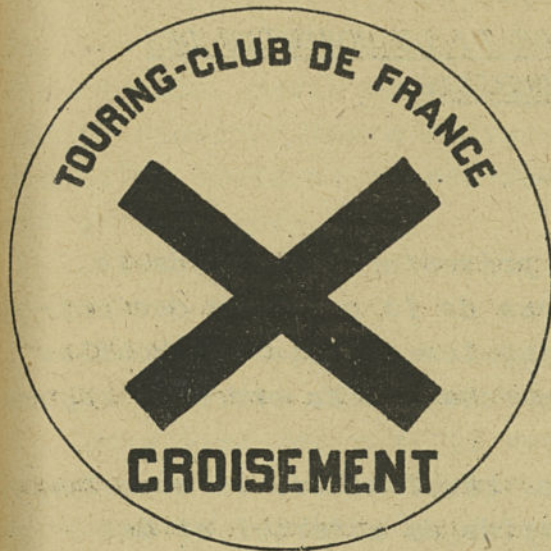
liser le frein sans débrayer, de façon à ne pas se priver de l'aide du moteur, en se rappelant toujours que les freins sont des organes de secours et jamais des organes de conduite.

Les Virages. - Tous les virages doivent être attaqués à allure modérée, la vitesse étant le seul facteur sur lequel le chauffeur peut agir pour diminuer l'importance de la force centrifuge qui tend à faire "chasser" l'arrière de la voiture et à faire pivoter celle-ci autour de l'avant-train.

Quand il s'agit d'un virage couvert, quand les habitations, les haies ou les talus cachent la route à suivre, il faut TOUJOURS conserver sa droite et faire connaître sa présence en donnant de la trompe à intervalles espacés, afin de pouvoir s'assurer qu'aucune voiture venant en sens inverse ne se signale de même; la pratique qui consiste



à prendre les virages à la corde est pernicieuse car souvent elle sert d'excuse au chauffeur qui marche à gauche, ce qui, en aucun cas, ne peut être admis.



Ce principe de la circulation à droite ne doit jamais être perdu de vue, car c'est lui, qui, en cas de danger (collision à un croisement de deux routes, par exemple), permet toujours de sauver la situation; c'est lui aussi qui, dans chaque cas délicat, permet de trouver instinctivement la solution généralement unique susceptible d'éviter les accidents dus, pour la plupart, au manque de règle uniforme

acceptée et mise en pratique par les deux automobilistes en présence, et à l'incompatibilité des solutions adoptées de part et d'autre.

CHAPITRE XVII .

REGLES TECHNIQUES D'UTILISATION ET DE CONDUITE DES
UNITES AUTOMOBILES.

Malgré les difficultés que présente l'emploi de la traction mécanique au point de vue de la cohésion des unités, il est de toute nécessité que les convois automobiles soient des organes disciplinés marchant avec ordre et régularité.

Il convient, pour obtenir ce résultat et, en même temps, éviter une détérioration trop rapide du matériel et des routes, de se conformer, dans l'organisation et la conduite des colonnes, aux règles ci-après indiquées.

L'extrait des instructions relatives aux Convois automobiles donne à ce sujet des indications précieuses auxquelles il y a lieu de se reporter.

Mais ce règlement est fait pour les convois automobiles exclusivement et ne saurait s'appliquer entièrement, sans modifications, aux Unités d'Artillerie à tracteurs.

D'où la nécessité de codifier spécialement, pour celles-ci, les règles de marche, définies d'ailleurs à l'Annexe du Titre VII.

Généralités. -

L'Unité de marche est le Groupe.

En principe, et sauf exceptions très rares motivées par des circonstances spéciales, il est formé de deux colonnes distinctes : une colonne légère, comprenant les voitures pouvant marcher à 12 kilomètres à l'heure et une colonne lourde, dont la vitesse n'est que de 4 à 6 kilomètres, dans l'état actuel du Matériel d'Artillerie.

Dans chacune de ces colonnes les voitures sont placées dans l'ordre direct de leur vitesse de marche propre, les plus rapides en tête, les moins rapides en queue.

Le chargement est réparti entre elles de façon que chacune des unités (batterie) puisse toujours disposer d'une voiture vide. Cette voiture marche la dernière de manière à pouvoir secourir toute voiture obligée de s'arrêter par suite d'un accident et recevoir même au besoin le chargement de celle-ci.

C'est sur la vitesse de ces dernières que l'on doit se guider.

On ne peut poser de règle absolue sur l'ordre de marche des colonnes d'un Groupe.

Dans bien des cas, il sera avantageux de faire partir la colonne des camions la première (installation de cantonnement, préparation d'emplacements de batterie, etc...).

Dans d'autres cas, on devra mettre en marche d'abord la colonne de tracteurs.

Dans ce dernier cas, la colonne légère sera mise en route de manière qu'elle rejoigne la colonne lourde à l'entrée du cantonnement ou en un point de dislocation prévu.

Il sera souvent nécessaire de faire reconnaître l'itinéraire que devra suivre la colonne pour se rendre compte de l'état des routes, de la résistance des ouvrages d'art, des difficultés du terrain, des précautions à prendre aux passages difficiles, etc...

Les renseignements recueillis sont envoyés d'urgence au Commandant de la colonne.

Mais il est toujours indispensable de faire procéder à une reconnaissance rapprochée et successive de la route.

Toute colonne doit être à cet effet éclairée à courte distance de manière à décharger le Commandant de la colonne de toutes préoccupations relatives à la liberté de la route et, s'il y a lieu, à la direction à suivre.

Les Eclaireurs de route (1 motocycliste, gradé si possible et en tout cas ayant reçu une instruction spéciale) et 2 bicyclistes, dirigés par un Officier devançant la colonne de 2 ou 3 kilomètres, signalent les troupes marchant ou non dans le même sens, les passages à niveau (heures de passage des trains), les montées et les descentes, traversent rapidement les défilés pour s'assurer qu'aucune colonne n'y est

engagée, reconnaissent et jalonnent le cas échéant les localités importantes, font déplacer les voitures abandonnées sur la droite de la route, etc...

Doit être considéré comme un défilé tout chemin dans lequel deux colonnes lourdes seraient dans l'impossibilité de se croiser.

Les Eclaireurs se rendent à l'extrémité du défilé avant que la colonne y soit engagée et empêchent toutes voitures lourdes d'y pénétrer. Il ne faut pas craindre, au besoin, d'allonger les itinéraires pour rechercher les bonnes routes.

En service, en manoeuvre, route ou mission, les Officiers ne doivent jamais être au volant de leur voiture.

Organisation des Colonnes du Groupe.

Chaque colonne est sous les ordres d'un Officier : Commandant de la Colonne.

Cet Officier n'a pas de place fixe. Il a pour mission spéciale de guider la colonne, est responsable de l'ordre et chargé de parer aux accidents graves qui lui sont signalés; il se déplace en principe par bonds successifs et dispose des agents de liaison nécessaires.

Sur la première voiture de la colonne est placé un Officier ou Sous-Officier très sûr qui est guide de la vitesse et chargé exclusivement du réglage de l'allure, laquelle doit être aussi régulière que possible, ainsi que des haltes prescrites.

Des gradés sont répartis le long de la colonne et ont la surveillance d'un certain nombre de véhicules.

Ils veillent à la régularité de la marche et exigent que les distances perdues ne soient reprises que progressivement.

Ils sont chargés, en outre, de faire prévenir la voiture de tête de toute panne immobilisant une fraction de la colonne derrière eux.

En queue de chaque colonne de batterie marche la voiture d'agrès avec le dépanneur pour assurer les petites réparations immédiates.

Le Chef de la dernière voiture de la colonne est serre-file de cette colonne (1 Officier autant que possible).

Il a pour mission d'aviser le guide et le commandant de la colonne de tout incident qui peut se produire et d'assurer la liaison avec la colonne suivante lorsque celle-ci est à proximité.

Il dispose à cet effet d'agents de liaison.

Enfin, le Groupe a un serre-file général qui est en principe l'Officier-mécanicien marchant avec la voiture atelier où prennent place le M.d.L. Mécanicien et les ouvriers de l'E.M. du Groupe et disposant d'un motocycliste de liaison.

Cet Officier doit recevoir du Commandant de la Colonne toutes les indications utiles sur l'itinéraire et le point de dislocation. Un agent est laissé au besoin en ce dernier point pour le guider ultérieurement. Il se porte en tous points où il juge sa présence nécessaire. Il est alors remplacé dans ses fonctions de serre-file général par le M.d.L. Mécanicien. Quand une voiture reste en panne il lui donne les moyens de réparations qui lui manquent, puis il rejoint la colonne après s'être assuré que le chef de la voiture en panne connaît bien l'itinéraire et le mot.

Ordre de marche.

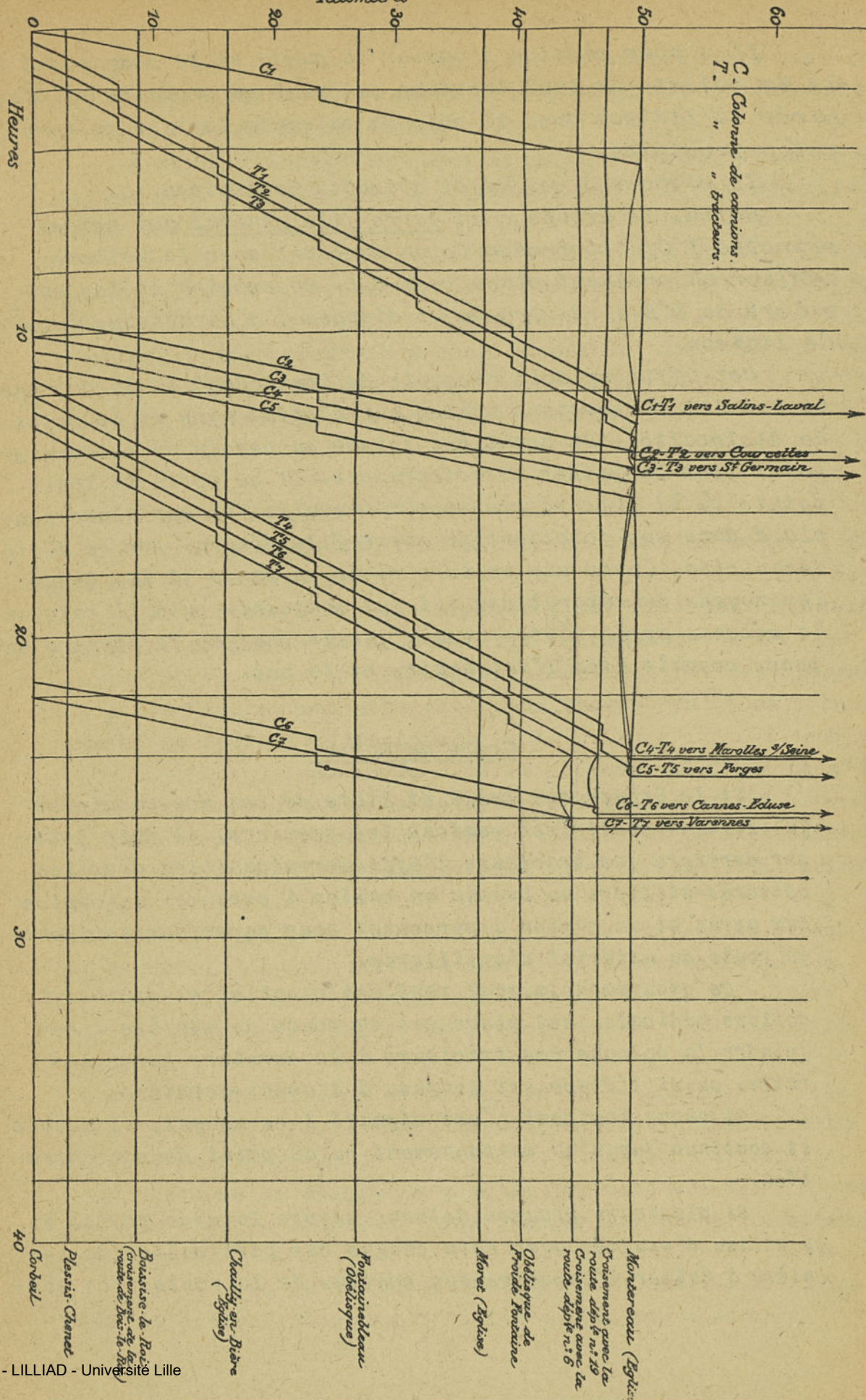
Si le Groupe est isolé et libre de ses mouvements et qu'il fasse partir ses camions les premiers, il doit laisser derrière ses tracteurs l'Officier-mécanicien avec les voitures-atelier, au besoin un camion à essence, un camion aux agrès et un camion à personnel pour parer aux accidents de route du matériel d'Artillerie.

Ce groupement, auquel peut également être adjointe la voiture médicale, est alors mis en route de manière à rejoindre la colonne des tracteurs à la dernière halte horaire, ou si l'étape est longue, à l'avant-dernière.

Si aucun incident n'est signalé à ce moment, il double et continue jusqu'au cantonnement ou au point de concentration.

Si plusieurs groupes doivent suivre la même route, il y a lieu d'étudier avec soin chaque cas particulier de manière à éviter l'encombrement continu de la route, son obs-

Kilomètres



truction prolongée par le doublement de longues colonnes et en même temps, à assurer l'arrivée successive au point fixé des différentes unités dans le moindre temps possible.

A titre d'exemple, si l'on considère 7 groupes, il peut y avoir intérêt à adopter l'ordre de marche suivant :

- 1^{er} Groupe : Colonne des camions, puis aussitôt après
Colonne des tracteurs.
- 2^e et 3^e : Colonne des tracteurs de chaque groupe
se suivant, puis :
Colonne des tracteurs de chaque groupe.
- 4^e et 5^e : Colonne des camions, puis :
Colonne des tracteurs de chaque groupe.
- 6^e et 7^e : Colonne des tracteurs,
Colonne des camions.

On aurait ainsi, en résumé, 1 groupe de camions puis 3 groupes de tracteurs, ensuite 4 groupes de camions, mis en route de manière à arriver au point terminus en même temps que le dernier groupe de tracteurs précédents.

Puis 4 groupes de tracteurs et enfin 2 groupes de camions mis en route comme ci-dessus.

En opérant ainsi, les batteries peuvent se reconstituer dans l'ordre normal par le doublement des colonnes de même nature, d'un groupe ou deux au maximum.

Lorsque l'étape n'est pas imposée, elle ne doit pas dépasser 100 Km pour le matériel suspendu (120 Km pour les 120 suspendus) et 70 Km pour le matériel non suspendu.

Pour fixer les heures de départ de chaque colonne et prévoir les heures d'arrivée, il est commode d'établir un graphique de marche. (fig. ci-contre).

Discipline de marche.

1° - Allure. - La vitesse de marche est variable avec l'état des chemins, l'état atmosphérique et la nature du matériel d'Artillerie traîné.

Pour les tracteurs avec matériel non suspendu, elle peut varier en moyenne par heure de 4 à 6 Km avec vitesse maxima momentanée ne pouvant dépasser, sous aucun prétexte, 7 Km et à titre tout à fait temporaire et exceptionnel.

Pour les camions, et à la rigueur pour les tracteurs à

matériel suspendu, vitesse moyenne 12 Km sans pouvoir dépasser 15 Km comme vitesse maxima momentanée.

2° - Haltes. - 1^{re} halte de 20 minutes une heure après le départ pour visiter le matériel et remettre tout en ordre.

Ensuite, halte de 10 minutes toutes les deux heures et même toutes les heures pour les tracteurs remorquant un matériel non suspendu ou fragile; choisir son terrain, faire serrer les voitures d'une même fraction à 2 mètres; si l'on doit ceinturer, faire prendre 10 m; chaque fraction serre à 50^m sur la précédente, en appuyant à droite sans quitter la partie empierrée de la route.

Pendant la halte, tout le personnel ainsi que les Officiers dégagent le côté gauche de la route qui doit être laissé libre en permanence.

En cas d'arrêt prolongé, organiser un service de pilotage; veiller à toujours dégager les débouchés des routes et chemins transversaux.

3° - Distances. - Entre les tracteurs : 20^m, de même qu'entre les camions, sans que ces distances puissent jamais descendre au-dessous de 10 m.

Entre 2 colonnes de même nature des batteries différentes : 100 m.

Entre une colonne de camions et une de tracteurs : 200 m.

Entre 2 Groupes : 1000 m.

De plus, tout convoi doit être fractionné en unité de marche de 6 à 8 voitures au maximum, séparées les unes des autres par une distance de 50 m. au minimum. La dernière voiture de chaque unité de marche sera munie d'un large disque rouge placé à l'arrière de la voiture et émergeant d'au moins 1 mètre. Il est interdit à un camion automobile d'en approcher un autre muni d'un disque rouge de moins de 50^m. L'aide conducteur de chaque voiture, ainsi que l'homme de garde dont il est question plus loin, s'assurent fréquemment que la voiture qui marche derrière est toujours en vue.

Pour les marches de nuit, la vitesse est réduite, ainsi que les distances.

Dans les passages difficiles, un homme à pied marche à quelques mètres devant chaque voiture pour la piloter; au besoin et sauf ordres contraires il est muni d'une lanterne.

Ne pas hésiter à faire descendre le personnel dans les passages dangereux, de manière qu'il puisse porter secours aux voitures immédiatement. Surveiller d'une façon particulière la discipline de marche (pilotage, distances des voitures, tenue du personnel, etc...); dans les traversées des localités modérer l'allure.

A proximité de l'ennemi, on n'allumera que la lanterne arrière dans la marche en avant, la lanterne avant-gauche dans la marche en retraite. La nuit, au parc ou au cantonnement, toute colonne de voiture stationnant sur la route doit être signalée par une lanterne en tête et en queue. Dans le cas où un véhicule sera pris en remorque à l'aide d'un cordage ou d'un câble, ce mode d'attache sera rendu très visible le jour par des chiffons clairs, la nuit par des lanternes permettant d'apercevoir facilement le câble et les chiffons.

Prescriptions d'ordre. -

Tout chef de voiture doit avoir communication écrite de l'itinéraire et du point de destination pour la journée et connaître le mot.

En ordre de route, quel que soit le temps et si rigoureuse que puisse être la température, les auvents de gauche de toutes les voitures, y compris les voitures de reconnaissance, doivent être relevés pour permettre les gestes et la surveillance de la colonne.

Dans chaque voiture on désignera un homme de garde pour transmettre les indications entre sa voiture et celle qui la suit. Il devra, en outre, s'efforcer de prévenir le conducteur de sa voiture chaque fois qu'une voiture de tourisme voudra doubler, ou que le véhicule qui vient derrière le sien ne suit pas régulièrement. S'il le perd de vue, il faut ralentir et au besoin même arrêter.

Dans la marche comme au combat, tout le monde est solidaire et toute voiture en panne doit recevoir aide du premier dépanneur qui survient, qu'il soit du même groupe ou non.

Cette mission d'ailleurs toute temporaire cesse dès que le dépanneur du groupe a rejoint au plus tard.

La voiture de secours se range derrière la voiture en panne et lui porte secours.

Si une voiture est obligée de s'arrêter, elle s'efforce d'appuyer à droite le plus possible pour dégager la route.

1^{er} cas. - Si la réparation semble pouvoir être exécutée rapidement, en moins de dix minutes par exemple, et par le seul moyen du bord.

Arrêter la fraction de la colonne qui suit.

Faire arrêter les moteurs.

2^{ème} cas. - De toute façon, prévenir en tête.

Si la réparation doit être longue, mettre tous les moyens en oeuvre pour dégager la route au plus vite. Faire doubler le reste de la colonne après s'être assuré qu'il n'y a pas d'embouteillage possible. Dans ce cas, le chef de la voiture arrêtée fait aux voitures qui suivent le geste "Doublez".

Une fois réparée, la voiture prend la suite de la colonne qui vient de la doubler et ne rejoint son unité qu'à la première halte ou au point de dislocation, au cantonnement.

A l'exception des voitures de reconnaissance, aucune voiture ne doit doubler une colonne automobile en marche.

Si une colonne reçoit l'ordre d'en doubler une autre, elle doit, au préalable, faire arrêter cette dernière.

Une colonne automobile doit s'abstenir de doubler une autre troupe en marche. Si elle y est contrainte, elle doit, au préalable, en donner avis au Commandant de la troupe, et ne doubler qu'à allure très ralentie et en serrant les distances.

Dans une colonne en marche, on ne doit faire usage des signaux avertisseurs qu'en cas de nécessité absolue.

Quand une colonne s'arrête, on ne met pied à terre que lorsque les moteurs sont arrêtés et au signal "Canonnières descendez".

Au signal préparatoire de "Halte", les voitures appuyent à droite sans quitter la partie empierrée de la route.

Il est interdit de monter ou de descendre pendant la

marCHE (1) et de se tenir debout dans les voitures, sur les marchepieds ou de s'asseoir sur les hayons.

Les bicyclistes ne doivent pas se faire traîner par les voitures.

Il est interdit de fumer dans les camions à munitions ou à essence.

Enfin, on ne doit jamais perdre de vue qu'une colonne de voitures ne se conduit pas comme une voiture isolée et le guide doit prévoir toute la répercussion qu'aura sur le reste de la colonne tout ralentissement ou toute accélération d'allure.

C'est ainsi qu'en présence d'une côte il pourra avoir intérêt à faire ralentir progressivement avant d'arriver à la montée, de manière que toutes les voitures abordent celle-ci sans arrêt et sans avoir autant que possible à changer de vitesse sur la pente.

Si même la rampe est forte, il pourra être avantageux d'arrêter carrément la colonne et de faire aborder la côte par voitures successives à grande distance, de façon à éviter toute chance d'arrêt sur la montée.

En tout cas, éviter d'arrêter sur la pente.

Si une descente ou palier suit une montée, le guide devra, une fois en palier, faire ralentir jusqu'à ce que la colonne soit reformée.

D'une façon générale, on ne doit pas hésiter à ralentir la tête de colonne quand on s'aperçoit qu'il y a allongement.

Moyens de commandement. -

Au sifflet ou au geste.

L'usage initial du sifflet est réservé aux Officiers, les signaux au sifflet sont au besoin répétés le long de la colonne par les sous-officiers.

Les signaux au sifflet ne sont employés qu'à l'arrêt :

(1) Toutefois, lorsque dans une descente, il paraît nécessaire de faire serrer les freins, les hommes chargés de ce soin sautent à terre, mais ils ne remontent que lorsque la colonne a ralenti pour se reformer.

<i>Garde à vous</i>	}	<i>Coup prolongé</i>
<i>Canonniers montez ou descendez</i>		
<i>Conducteur au volant</i>		
<i>Aide conducteur à la manivelle</i>		
<i>Mettez les moteurs en marche</i>		<i>2 coups de sifflet brefs</i>
<i>En avant progressivement</i>		<i>3 coups de sifflet</i>
<i>Arrêtez les moteurs</i>		<i>Coups longs séparés par 2 coups brefs.</i>

Les gestes, en marche, se font avec le bras gauche qui doit être prolongé par un fanion ou un disque emmanché. Ils sont répétés de voiture à voiture.

Gestes d'avertissement :

<i>Garde à vous</i>	<i>Bras tendu horizontalement</i>
<i>Prêt</i>	

Gestes d'exécution de la batterie attelée.

<i>En avant</i>	<i>Geste d'exécution de la batterie attelée : en avant</i>
<i>Halte</i>	<i>Halte</i>
<i>Augmentez les distances</i>	<i>Au pas</i>
<i>Diminuez les distances</i>	<i>Au galop</i>
<i>Doublez</i>	<i>Par pièce doublée.</i>

Il y a en outre un geste de pied ferme pour faire mettre les moteurs en marche ou les arrêter : rotation de l'avant-bras.

Itinéraires, routes et ponts utilisables.-

Les itinéraires susceptibles d'être assignés aux unités automobiles ne doivent comprendre que des chemins bien entretenus, empierrés sur une largeur d'au moins 5 mètres et ne comportant que des ouvrages d'art suffisamment résistants. Il est de toute nécessité, en l'absence d'indications préalablement fournies par les cartes signalant les points dangereux, de s'informer sur place de la

résistance de chacun des ouvrages d'art que la colonne des voitures est appelée à franchir.

Au passage d'un pont suspendu, la colonne sera fractionnée de façon qu'il y ait une voiture au plus sur chaque travée.

Parcs.-

Les unités automobiles ne forment le parc que sur un terrain résistant empierré ou pavé.

Les voitures sont disposées à intervalles d'au moins 1^m50 sur un ou plusieurs rangs distants entre eux de 5^m au minimum.

Un intervalle d'au moins 5 mètres est maintenu entre 2 batteries ou sections voisines, de manière à ménager, perpendiculairement au front, des chemins destinés à faciliter la circulation et les dégagements.

A défaut d'autre emplacement, le parc peut être formé sur la partie empierrée des routes.

Si la chaussée a au moins 10 mètres de largeur, l'une des formations suivantes peut être employée :

a/ Les voitures placées en bataille perpendiculairement à l'axe de la route à 1^m 50 d'intervalles et reculées le plus possible pour ne pas entraver la circulation, sans toutefois que les roues motrices sortent de la partie empierrée de la route.

b/ En colonne doublée à 1^m 50 d'intervalles et à 2^m de distance, les batteries ou sections placées à 5 mètres l'une de l'autre.

Entretien quotidien du matériel.-

A l'arrivée à l'étape ou avant le départ du cantonnement, suivant les circonstances, les conducteurs consacrent 2 heures environ au nettoyage, au graissage et à l'entretien (1) du matériel. Ils passent une inspection minu-

(1) Pour éviter les détériorations que la gelée pourrait causer aux radiateurs, cylindres, etc..., il convient, en hiver, dès l'arrivée à l'étape, de vider l'eau de refroidissement des moteurs si l'on n'a pu mélanger à celle-ci de 20 à 25 % de glycérine neutre.

teuse des divers mécanismes et signalent immédiatement au Chef de Section toute dégradation à laquelle ils jugent ne pouvoir remédier eux-mêmes et en temps voulu.

Si le Commandant de l'Unité estime qu'il lui est impossible d'assurer, par les moyens dont il dispose, la remise en état des véhicules qui lui sont signalés, il en rend compte aussitôt au Commandant du groupe qui fait effectuer les réparations par le personnel des voitures-ateliers.

Réapprovisionnement des voitures en combustibles, huile, graisse et ingrédients divers.

En principe, les véhicules automobiles sont réapprovisionnés chaque jour au cantonnement en combustible, huile, graisse et ingrédients divers.

En raison des dangers considérables d'incendie que présente la manipulation des combustibles dans un rassemblement de voitures automobiles, il importe, au plus haut point, de prendre les plus grandes précautions dans l'exécution de ces réapprovisionnements.

Il y aurait, à ce point de vue, toujours avantage à faire exécuter ce réapprovisionnement en dehors du Parc et par voiture isolée, mais afin d'éviter les encombrements et les pertes de temps qu'entraînerait le mouvement des voitures, on sera généralement conduit à les réapprovisionner dans le parc même pendant les heures consacrées chaque jour au nettoyage et à l'entretien du matériel.

Dans ce cas, les règles suivantes devront être rigoureusement observées :

Le réapprovisionnement en combustible se fera par section et sous la surveillance directe du Chef de Section.

A défaut d'extincteur efficace, le Chef de Section, avant de laisser procéder à la distribution, fera disposer à proximité de sa Section un dépôt de sable, de terre ou de couvertures de campement en vue de l'extinction rapide de tout commencement d'incendie.

Il prendra ensuite ses dispositions pour qu'en aucun cas deux voitures voisines ne puissent avoir leurs réservoirs ou bidons d'essence ouverts en même temps.

Sauf le cas de force majeure le réapprovisionnement

en combustible est toujours fait pendant le jour. Si, exceptionnellement, cette opération devait s'effectuer de nuit, les lanternes nécessaires à l'éclairage du Parc seraient placées loin des voitures et à une hauteur suffisante pour que les vapeurs d'essence, plus lourdes que l'air, ne puissent les atteindre.

Pendant la période d'hiver, il peut être intéressant de faire le ravitaillement en essence à la dernière halte précédant la tombée de la nuit, et à cet effet d'allonger en conséquence la durée de cet arrêt.

Echelon de réparation. -

Pour permettre d'effectuer la visite périodique et les réparations du matériel, sans entraver le service, le Commandant du Groupe installe, indépendamment du Parc, un échelon de réparation, où il laisse les voitures à visiter ou à réparer.

Il utilise, pour cette installation, les ateliers-locaux et les ressources en outillage du matériel qu'il peut trouver à proximité et, au besoin, les voitures-ateliers dont il dispose.

En cas de changement de cantonnement, le Commandant donne à l'échelon de réparations les instructions et les moyens pour effectuer son déplacement.

Réparations exigeant l'intervention des Sections de Parc automobile. -

Les réparations qui ne peuvent être faites dans les unités ou dont la durée doit excéder 48 heures, sont effectuées par les soins de la Section de réparation du Régiment (SR 81 à 90).

Le Commandant d'unité fait connaître au Commandant de la S.R auquel son unité est rattachée la nature et l'importance des détériorations constatées sur les véhicules dont ils n'ont pu assurer la remise en état. Ils lui signalent, en outre, tout véhicule dont le fonctionnement systématiquement défectueux laisse craindre de nombreux incidents dans son emploi, ou même sa mise hors service.

Le Commandant de la Section de réparations prend des mesures pour réparer les dits véhicules ou pour les évacuer.

Il donne les instructions nécessaires pour exécuter la réparation et remplacer immédiatement, s'il y a lieu, les voitures dont la remise en état ne pourrait être faite sur place et rapidement.

Dans le cas où il y a intérêt à évacuer directement par chemin de fer, sur le parc de réserve, les voitures avariées, la demande d'expédition est faite à la D.E.S. de l'Armée à laquelle est affectée l'unité et un compte-rendu est adressé au Commandant du Parc de réserve indiquant les raisons ayant motivé la mesure exceptionnelle prise.

Lorsqu'une voiture est remise à une section de parc automobile, les conducteurs de cette voiture la suivent et lui restent affectés.

Ils sont mis en subsistance à la Section de Parc pendant tout le temps que la voiture y reste, soit en réparation, soit en réserve.

Les mêmes dispositions sont applicables aux voitures que les unités auraient été obligées de laisser sur la route.

Outillage et Personnel. -

Le réapprovisionnement des unités en personnel chauffeur et en pièces de rechange et outillage est assuré par les soins de la Section de réparation.

CHAPITRE XVIII.

REGLES TACTIQUES D'EMPLOI ET D'UTILISATION DES
UNITES AUTOMOBILES.

Cartes. -

Les unités automobiles disposent de cartes au 1/200000 en couleurs, du Service Géographique de l'Armée et, éventuellement, de cartes routières automobiles du commerce.

Les cartes au 1/200000 portent des signes conventionnels indiquant les ponts qui ne peuvent être franchis sans danger par des véhicules d'un poids déterminé.

Ces signes, figurés en rouge, sont les suivants :

indique un pont inutilisable pour tout véhicule automobile de poids lourd;

indique un pont inutilisable pour les véhicules de poids total supérieur à 5 tonnes;

indique un pont inutilisable pour les véhicules de poids total supérieur à 9 tonnes.

Les Etats-Majors qui peuvent avoir à donner des ordres aux unités automobiles sont munis des mêmes cartes et les ordres doivent être donnés d'après ces cartes.

Les unités automobiles doivent, en principe, circuler sur les routes nationales ou départementales, et sur les chemins de grande communication. Dans le cas où ces unités auraient à emprunter un chemin de viabilité inférieure aux précédents, le commandant de l'unité devrait faire faire la reconnaissance par motocyclette ou voiture de tourisme avant de s'y engager.

Mesures d'ordre concernant la circulation des automobiles. -

Les unités automobiles doivent être conduites en se conformant strictement aux prescriptions concernant la dis-

cipline de marche.

Une unité automobile ne double une troupe à pied ou à cheval qu'à allure ralentie et après entente avec le Commandant de cette troupe; il y a tout intérêt à ce que la troupe à pied ou à cheval soit arrêtée pendant le doublement.

Une unité automobile croisant une troupe prend une allure ralentie.

Les conducteurs de véhicules automobiles isolés doivent avoir la préoccupation constante de ne pas être une gêne et un danger pour les troupes qu'ils croisent ou doublent.

TRAVAUX PRATIQUES.

Le présent Cours fait l'objet de 6 leçons complétées par 6 Séances de travaux pratiques :

1^{ère} Séance : Etude d'un châssis : Nomenclature et fonction des principaux mécanismes.

Etude d'un moteur : Démontages principaux : Soupapes - Piston - Bielle.

2^{ème} Séance : Etude du réglage de la distribution d'un moteur. Tracé rectiligne - Tracé en spirale - Remise d'une épure.

3^{ème} Séance : Mise en marche d'un moteur : sans incident. Fonctionnement en marche.

Etude des carburateurs : Démontage - Krebs - Jarnac - Zénith - Claudel - Renault - Solex - Chenard et Walcker.

4^{ème} Séance : Etude complète d'un changement de vitesses : à 1 ou plusieurs trains baladeurs. Remise d'un procès-verbal.

5^{ème} Séance : Etude d'une Magnéto : Démontage (Bosch - Salmson - Lavalette - Nil Melior - Méa). Calage sur un moteur.

Etude d'un différentiel : Fonctionnement.

6^{ème} Séance : Démontage et remontage d'un pneumatique - Difficultés de mise en marche d'un moteur - Pannes - Recherche - Principes de conduite d'une voiture.

TABLE DES MATIERES.

	Pages.
CHAPITRE I - NOMENCLATURE SOMMAIRE - DESCRIPTION DU CHASSIS	1
CHAPITRE II - MOTEUR	5
CHAPITRE III - SYSTEME DE CARBURATION	36
CHAPITRE IV - SYSTEME D'ALLUMAGE	60
CHAPITRE V - SYSTEME DE REFROIDISSEMENT	82
CHAPITRE VI - SYSTEME DE GRAISSAGE	98
CHAPITRE VII - ORGANES DE TRANSMISSION - EMBRAYAGE	103
CHAPITRE VIII - ORGANES DE TRANSMISSION - CHANGEMENT DE VITESSES	110
CHAPITRE IX - ORGANES DE TRANSMISSION - CHAINES - CARDAN - DIFFERENTIEL	122
CHAPITRE X - ORGANES D'UTILISATION - ROUES ET BANDAGES - DIRECTION	134
CHAPITRE XI - JAMBES DE FORCE - BIELLES DE POUSSEE RESSORTS ET AMORTISSEURS	147
CHAPITRE XII - FREINS	157
CHAPITRE XIII - TRACTEURS DE L'ARTILLERIE	164
CHAPITRE XIV - TRACTION - ADHERENCE	173
CHAPITRE XV - CONDUITE	184
CHAPITRE XVI - LES DIFFICULTES DE LA ROUTE	192
CHAPITRE XVII - REGLES TECHNIQUES D'UTILISATION ET DE CONDUITE DES UNITES AUTOMOBILES	198
CHAPITRE XVIII - REGLES TACTIQUES D'EMPLOI ET D'UTI- LISATION DES UNITES AUTOMOBILES ..	213
TRAVAUX PRATIQUES	215

Tableau N°1

Origine	Défectuosités	Indices	Remèdes.
Allumage	Aimantation très faible (magnéto) Contacts mal établis, desserrés, rompus, fil de masse détaché, etc. Porcelaine de bougie, fendue, enrouffée, humide, encrassée momentanément, etc.... Pointes de bougie un peu trop écartées Allumage mal réglé dans les polycylindres (le point d'allumage n'est pas uniforme)	Raté plus ou moins nombreuses Raté se produisant de préférence en marche Raté passagers susceptibles même de disparaître	Remplacer la source Rétablir le circuit convenablement. Remplacer ou nettoyer la bougie.
	Vis platine de l'interrupteur trop loin ou trop près. Charbons balais remplis d'huile, etc.... Fil de masse dénudé touchant une partie métallique	Raté surtout dans la marche en pleine charge. Cadence de marche inégale des divers cylindres isolés.	Raté irréguliers — d: — — d: —
Carburateur	Obstruction partielle de la conduite d'essence, gicleur obturé en partie, niveau d'essence trop bas (flotteur trop léger, leviers faussés, usure de leurs pivots, etc....)	Avec carburateur automatique, } Le giclage se fait mauvaise carburation } mal Avec carburateur à réglage d'air, } Le niveau d'essence étranglement trop grand de l'air } est à plus de 3 ou 4 mm	Nettoyer la conduite, le gicleur, tester le flotteur avec un point de soudure, réparer les leviers basculés.
	Débit d'essence trop fort, flotteur trop lourd (percé vers le bas) leviers faussés, pointeau obturant mal Appareils d'introduction d'air additionnel déréglé (ressort fatigué ou trop fort, bille perdue, diaphragme percé, etc)	Mauvaise carburation, carburateur facilement noyé, ouverture en grand de l'air. Le moteur n'emballe pas franchement, on peut améliorer sa marche en agissant à la main sur l'appareil d'introduction, etc Le tuyau ramené à la main, les écrous sont desserrés	Réparer ou remplacer le gicleur, réparer le flotteur, roder le pointeau, niveau d'essence à 3 ou 4 mm du gicleur. Régler le ressort, remplacer ou nettoyer les billes, clapets, remplacer le diaphragme, etc....
Compression	Joint du tuyau d'aspiration mal faits, tuyau percés ou partiellement rompus au collet. Écrous desserrés	Est perceptible à la main par celui qui met en marche d'habitude Des gaz s'échappent du carter par les paliers, les joints, etc....	Réparer les joints, resserrer les écrous.
	Manque de compression Segments usés ou mal orientés Segments gommés ou collés dans leurs logements Soupapes mal rodées, cassées, corps étrangers sur leur siège tige de soupape encrassée. Joint de bougie mal fait. Compression inégale suivant les cylindres.	Des gaz s'échappent mais une simple injection de pétrole y remédie. S'entend à l'oreille, on se voit (tige cassée) soupape restant en l'air S'entend à l'oreille ou se sent à la main Après un arrêt prolongé on peut trouver de l'eau sur les soupapes. Cadence inégale de marche (se sent à la main)	Remplacer les segments ou les orienter convenablement Injection de pétrole à la fin de la marche Roder ou remplacer les soupapes, nettoyer la tige. Réparer le joint. Réparer le joint Vérifier les organes correspondant au cylindre qui manque de compression.



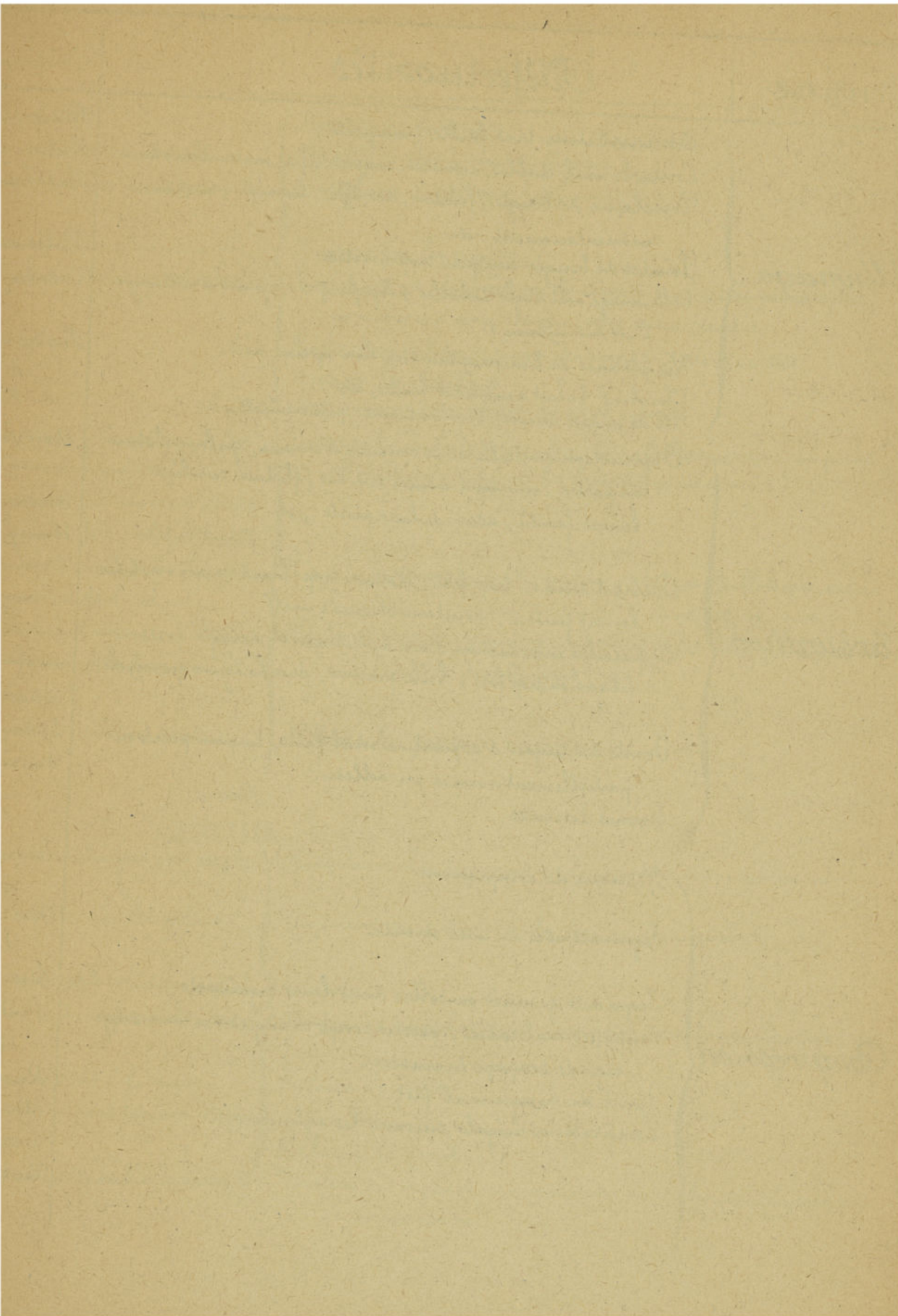


Tableau N° 1. (Suite.)

Origine	Défectuosités	Indices	Remèdes
Soupapes	Soupape d'aspiration commandée :		
	<ul style="list-style-type: none"> Dérèglement de la soupape (usure de la came, de la tige ou du siège avec allongement de la tige.) Soupape qui colle par suite d'encrassement d'huile Ressorts de rappel cassés 	<ul style="list-style-type: none"> La soupape s'ouvre par exemple avant le début de la période d'aspiration Retour de flamme, se sent à la main 	<ul style="list-style-type: none"> Régler la longueur de la tige, ou le live soupape, ou remplacer la soupape. Remplacer le ressort
Soupapes	Soupape d'échappement :		
	<ul style="list-style-type: none"> Tige trop longue (rodages répétés ou soupape neuve mal réglée) usure de la tige de la came de commande. Affaiblissement ou recuit du ressort de rappel 	<ul style="list-style-type: none"> La soupape se ferme avant ou trop longtemps après le point mort haut (emploi d'une tige de repérage ou d'un diagramme) La soupape quitte son siège pendant l'aspiration (se sent à la main ou s'entend) 	<ul style="list-style-type: none"> Régler la longueur de la tige, ou le live soupape, ou remplacer la soupape Remplacer le ressort ou lui faire subir la trempe anglaise.
Cylindres	Manque ou insuffisance d'eau	Le moteur chauffe, dégagement de vapeur, bruits de friture.	Remettre de l'eau avec précaution, ne marcher sans eau que par bonds courts.
	Insuffisance ou arrêt de la circulation d'eau par arrêt ou avarie de la pompe	Arrêt ou manque de pression du manomètre	Refaire les joints, réparer la pompe.
	Fuite d'eau ou tartrage des cylindres, etc....	Le moteur crie, siffle et chauffe	Avoir toujours de l'huile en réserve.
	Défaut de graissage	Le moteur fume et s'encrasse	N'employer que des huiles spéciales de bonne qualité et minérales pour le moteur.
Réservoir d'huile non garni, pompe avariée, carter percé, etc....			
Huile de mauvaise qualité			
Paliers et engrenages	Paliers du vilebrequin usés	Le arbre vibre surtout aux grandes vitesses	Remplacer les paliers usés
	Paliers des têtes ou pieds de bielle usés	Le moteur cogne facilement	Remplacer les paliers usés
Paliers et engrenages	Engrenages usés	Les engrenages s'entendent, du jeu existe dans la solidarité des arbres, les arbres vibrent	Remplacer les engrenages usés, ou les paliers usés.
	Paliers des engrenages usés		
Echappement	Silencieux en partie obturé par la buie ou par un choc etc....	Doit être recherché, tout le reste étant bien, sauf dans le cas d'un choc	Nettoyer le silencieux, le réparer
Réglages	Déclavetage d'un engrenage de commande, cisaillement d'une goupille, etc....	Le fonctionnement des organes, en prenant le début de l'aspiration et la soupape d'échappement sur siège comme point de départ, est défectueux (examen d'un diagramme.)	Refaire le réglage en partant de la soupape d'échappement sur son siège au début de l'aspiration.

1° Le moteur refuse de partir.

L'allumage	Il y a de la compression	} Le carburateur n'a aucune avarie	} Le carburateur est avarié	
				L'allumage fonctionne
L'allumage ne fonctionne pas	Magnéto	} Il y a étincelle aux bougies	} Il n'y a pas étincelle aux bougies	

- L'allumage est décalé (très rare accidentellement) peut provenir de remontage mauvais.
- La turbine d'aspiration est rompue ou percée.
- La soupape d'échappement reste sur son siège (ressort brisé, tige cassée)
- Les commandes des gaz ne fonctionnent pas ou fonctionnent mal.
- Il y a de l'eau dans l'essence
- Le robinet d'essence n'est pas ouvert, la canalisation est obstruée ou rompue.
- Le réservoir d'essence est vide.
- Moyé, coulé sur le sol (pointeau à roder, soupape à billes non étanche, flotteur percé ou trop lourd après une réparation, etc....)
- Manque d'essence (ressort de soupape à billes trop fort, pointeau mal réglé, flotteur trop léger après remplacement, canalisation obstruée, gicleur obturé, etc....)
- Service basculé rompus ou usés.
- Carburateur mal remonté après nettoyage ou réparation.
- Soupape cassée (très rare)
- Tige de soupape encrassée qui colle dans son guide
- Ressort de soupape brisé ou recuit.
- Cylindre fêlé, culasse fêlée.
- Segments collés (pétrole)
- Segments ayant tourné ou mal orientés après remontage.
- Segments brisés, arbre vilebrequin rompu, bielle rompue, came de déclavetée, etc....
- Piston brisé au fond ou percé (moteur à fort alésage)
- Fuite d'eau dans le cylindre (joint mal refait ou qui fuit)
- Magnéto décalée par suite de mauvais remontage
- Fils embrouillés, courts circuits dans le distributeur
- Contact non établi par oubli ou rupture de fil.
- Mécanisme de rupture encrassé ou mal réglé (vis trop loin, les régler à une épaisseur de carte de visite).
- Balais de charbon sales ou usés, frottoirs de distributeur sales ou relevés.
- Fils attachés à des bornes autres que celles qui les intéressent
- Vérifier l'isolement des tampons, des bougies, des connexions diverses et du parafoudre.
- Bougie cassée
- Bougie encrassée ou humide
- Joint de bougies cassées ou trop distantes.
- Sourcé trop faible pour donner le voltage nécessaire au passage à travers la compression.

2° Le moteur peine et s'arrête après quelques tours, ou refuse d'emballer

- Moteur qui gripe par manque d'huile ou d'eau. Moteur dont le carter est plein d'huile.
- Cylindre fendu se remplissant d'eau
- Raté dès qu'on veut emballer (mauvaise carburation, flotteur coincé, trou d'air bouché).

3° Le moteur fonctionne normalement

L'embrayage fonctionne normalement	} Le levier de vitesse ne signale rien	} Le levier de vitesse signale un accroc

- Transmission à cardan (clavetage de 1/2 arbre de transmission cisailé, croisillon de différentiel brisé, clavetage de différentiel brisé, engrenages d'angles rompus, arbre cardan brisé, etc....)
- Transmission par chaîne (pignon de chaîne déclaveté, avaries de l'arbre comme ci-dessus).
- Engrenages ou arbres brisés, roulements à billes brisés.
- Barres ou coincement sur les arbres balladeurs ou les came de commande.
- Engrenages brisés, commande décalée, avarie intérieure variable avec modèles.
- Dents brisées aux pignons correspondants.
- Coincement d'arbres de transmission, fusées grippées, corps étrangers.
- Frein serré par oubli ou mal réglé.
- Ressort brisé ou trop faible, cuir usé, axe cassé, disques gondolés, déclavetés.
- Arbre grippé, cuir collé, segments ou disques grippés ou collés.