

Cours d'automobile / cours révisé...par le Cne Thibodaux ; ...sous la direction du Ch. de bat. Drapier,...

. Cours d'automobile / cours révisé...par le Cne Thibodaux ; ...sous la direction du Ch. de bat. Drapier,.... 1937-1938.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :

- La réutilisation non commerciale de ces contenus ou dans le cadre d'une publication académique ou scientifique est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source des contenus telle que précisée ci-après : « Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France » ou « Source gallica.bnf.fr / BnF ».

- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service ou toute autre réutilisation des contenus générant directement des revenus : publication vendue (à l'exception des ouvrages académiques ou scientifiques), une exposition, une production audiovisuelle, un service ou un produit payant, un support à vocation promotionnelle etc.

[CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE](#)

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter utilisation.commerciale@bnf.fr.

ECOLE SPÉCIALE
= MILITAIRE =

ANNEXE AU COURS DE SCIENCES

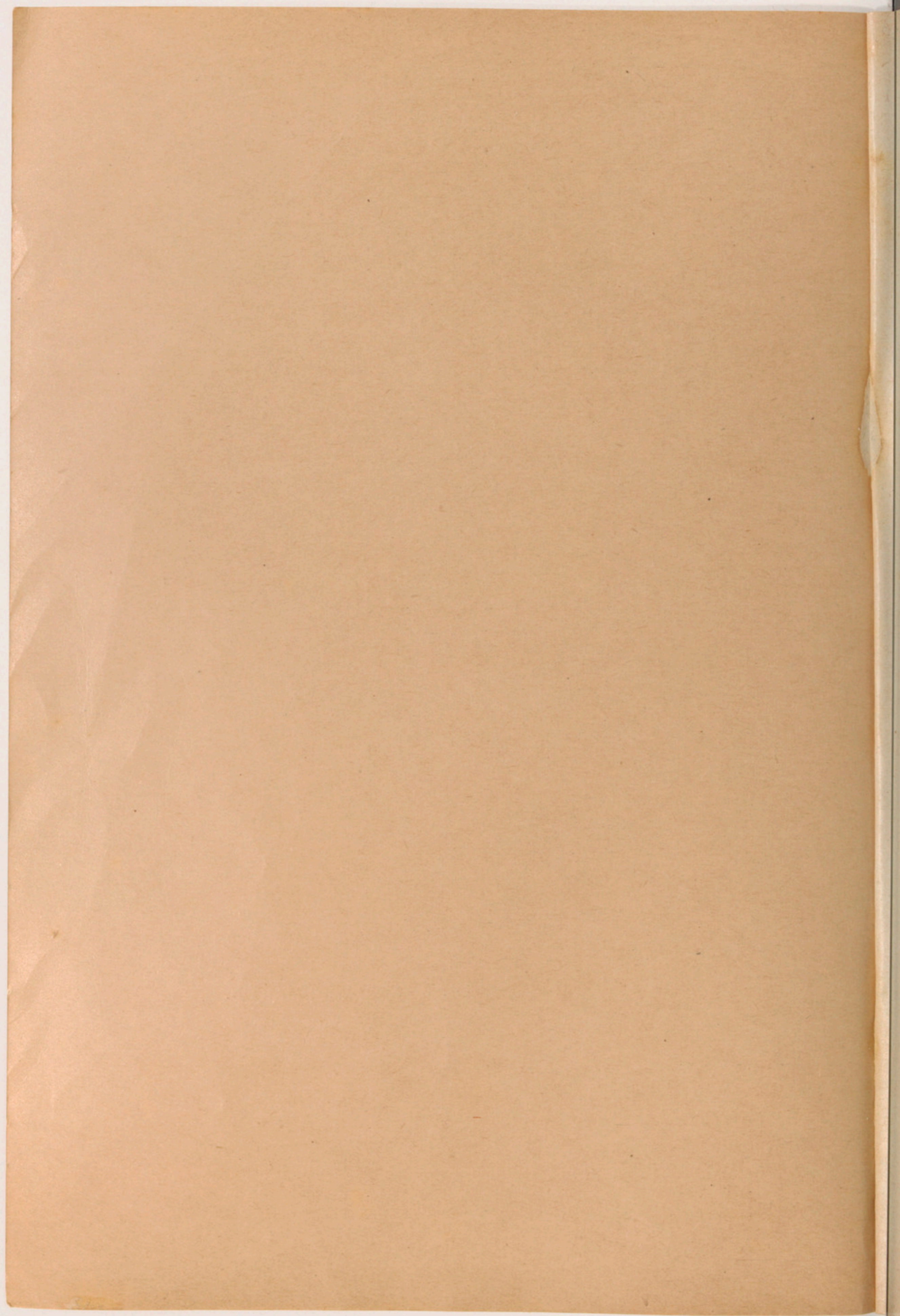
Cours d'Automobile

1937 - 1938

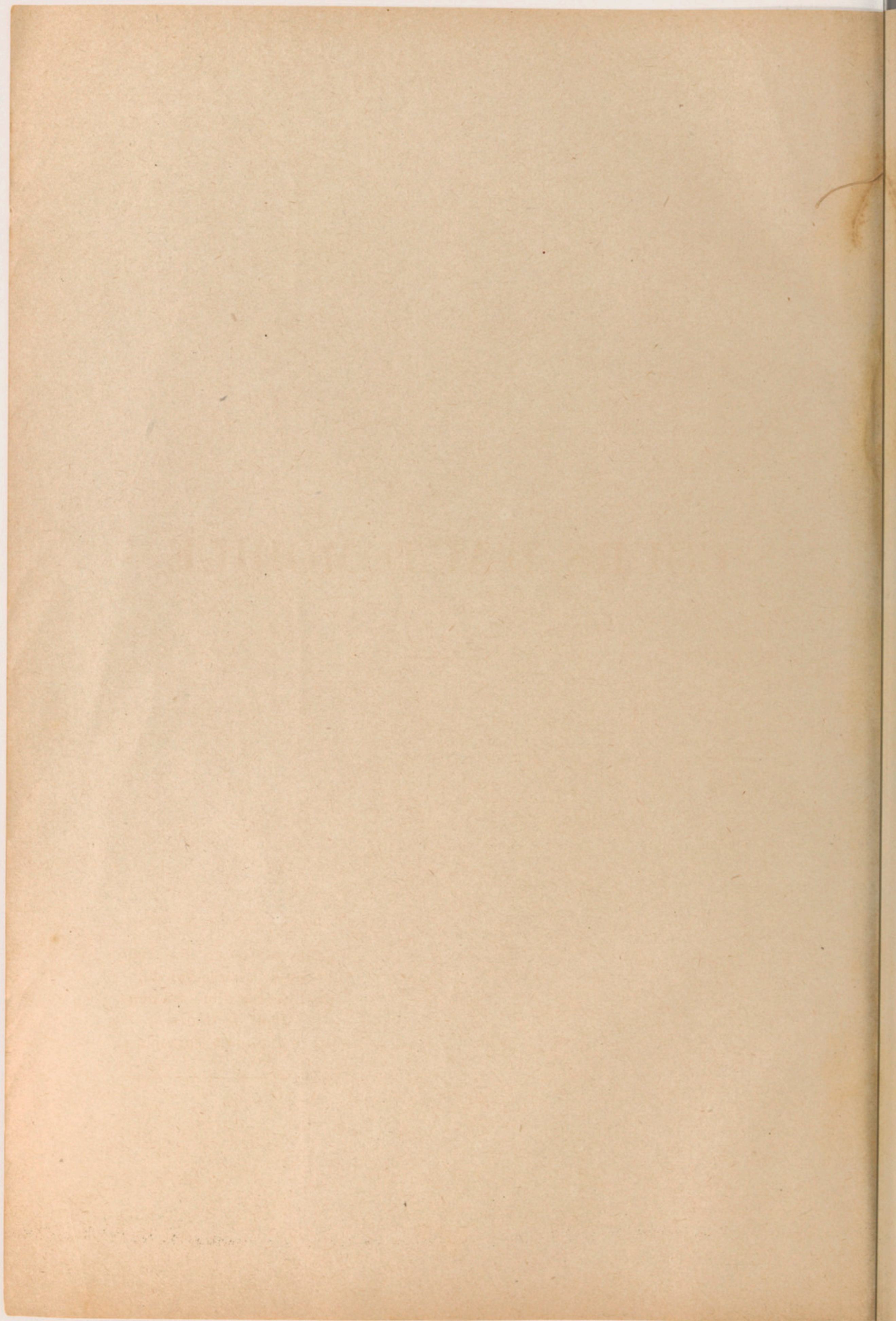
Vu et APPROUVÉ :
Le GÉNÉRAL, Commandant l'Ecole
(Signé) MARTIN.

— SAINT-CYR —

IMPRIMERIE DE L'ÉCOLE SPÉCIALE MILITAIRE



CSL 53



COURS D'AUTOMOBILE

Cours révisé en Mai 1937,
sous la direction du
Chef de Bataillon DRAPIER,
Chef de Cours,
par le Capitaine THIBODAUX.

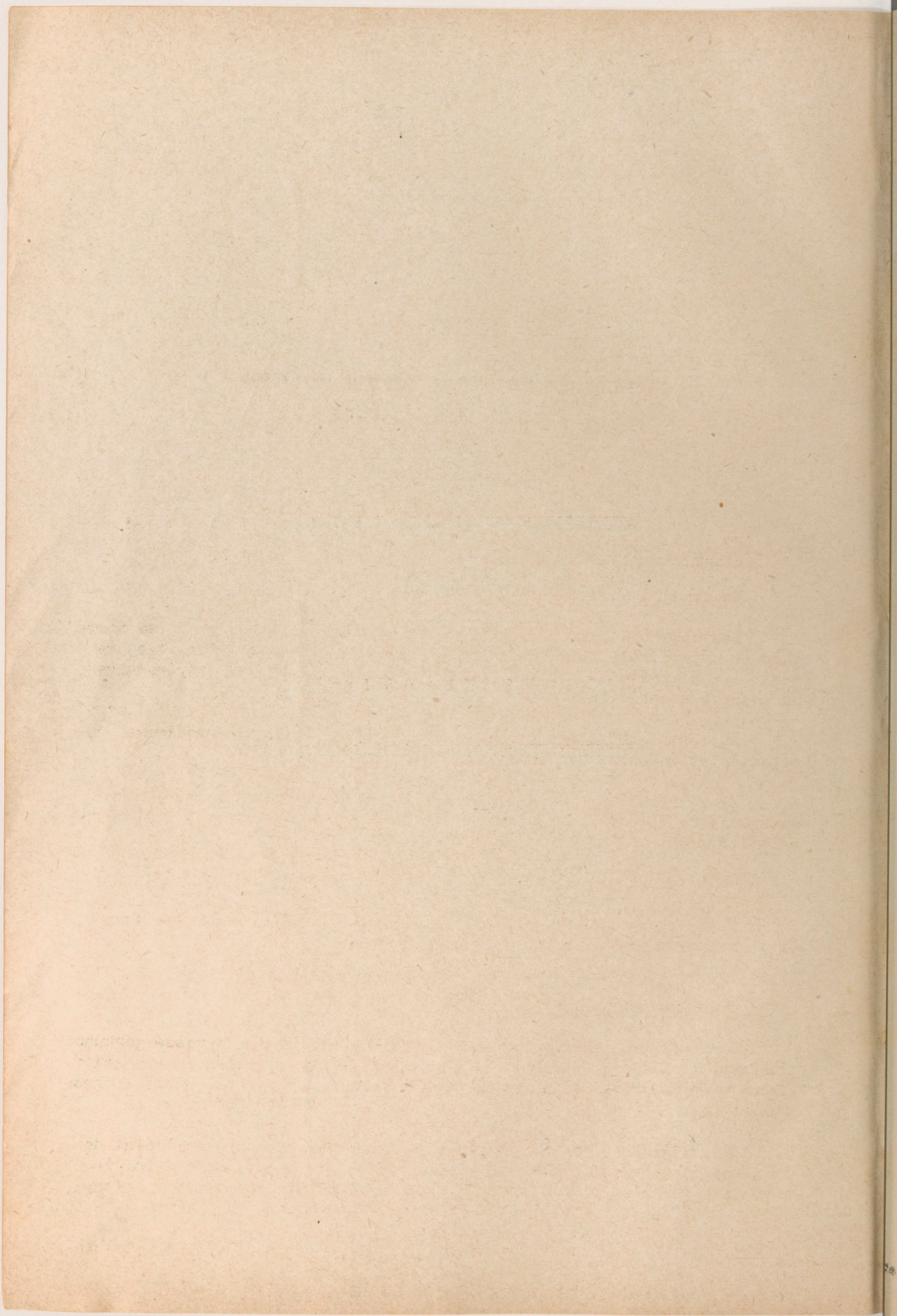
THE UNIVERSITY OF CHICAGO

=====

1ère PARTIE

NOTIONS THÉORIQUES

=====



NOTIONS THÉORIQUES

CHAPITRE I

RÉVISION DES NOTIONS DE PHYSIQUE UTILISÉES DANS L'ÉTUDE DES MOTEURS THERMIQUES

1°- Propriétés physiques des gaz.

Equation d'état des gaz.

Les diverses caractéristiques, le volume, par exemple, d'une masse gazeuse déterminée, homogène et de composition chimique invariable, ne restent pas constantes, si on considère cette masse à des températures ou des pressions différentes.

Au contraire, à une pression et à une température déterminées, ces caractéristiques ont des valeurs déterminées.

Il en résulte qu'à la température t et à la pression p la masse gazeuse a un volume v et qu'entre les trois quantités t , p , v existe une relation :

$$f(t, p, v) = 0$$

Cette relation s'appelle l'équation d'état de la masse gazeuse. On la rapporte généralement à l'unité de masse.

Représentation graphique.

Inversement, pour que v soit le volume occupé par la masse gazeuse sous une certaine pression p , il faut et il suffit que cette masse soit à une température t telle que les trois valeurs t , p , v vérifient l'équation d'état.

Les valeurs p , de la pression, v , du volume, fixent donc l'état de la masse gazeuse. On pourra considérer cet état comme déterminé par la situation, dans un plan Opv , d'un point M de coordonnées p et v par rapport à des axes op et ov .

Ce point M se nomme point figuratif de la masse gazeuse. A une succession continue d'états divers de pressions et de températures, et par conséquent de pressions et de volumes, correspondra une trajectoire du point figuratif M.

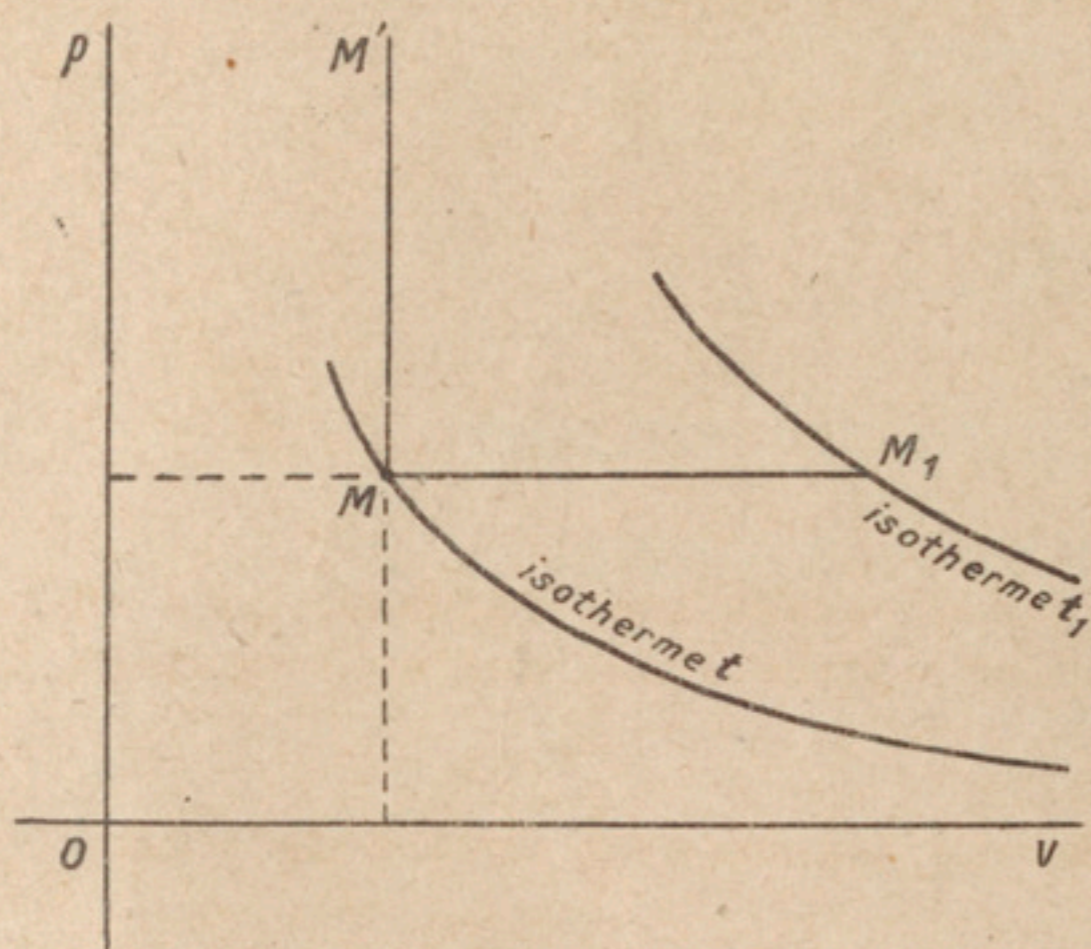


Fig.1

Si, au cours de ces divers états, le volume reste constant, on a une transformation isométrique; M décrit une droite parallèle à l'axe des pressions.

Pour tous les gaz, le volume restant constant, la pression croît avec la température.

La température t' correspondant à l'état M' est donc supérieure à la température t correspondant à l'état M.

Si, dans une succession d'états, la pression reste constante, on a une transformation isobare. M décrit une parallèle à l'axe des volumes.

Pour tous les gaz, à pression constante, le volume croît avec la température.

La température t₁ de l'état M₁ est donc supérieure à la température t de l'état M.

Pour les gaz parfaits, les variations, à pression constante p, de températures et de volumes sont proportionnelles :

$$\frac{v_1 - v}{t_1 - t} = \text{constante}$$

Si la température demeure invariable, on a une transformation isotherme.

Pour un gaz parfait, lorsque la température reste t, p et v vérifient la loi de Mariotte :

$$pv = \text{constante.}$$

L'équation d'état d'un gaz parfait est donc de la forme :

$$pv = K (1 + \alpha t)$$

Lorsque t est évaluée en degrés centigrades, $\alpha = \frac{1}{273}$, donc :

$$pv = \frac{p_0 v_0}{273} (t + 273)$$

en désignant par v_0 le volume à 0° , et à la pression p_0

En posant :

$$p_0 v_0 \alpha = R \qquad t^\circ + 273 = T$$

on a finalement :

$$p v = R T$$

En considérant les isothermes aux diverses températures, on a un réseau de courbes (branches d'hyperboles équilatères) qui sont toutes asymptotes aux axes op et ov .

D'autre part, l'isotherme t_1 est au dessus et à droite de l'isotherme t , lorsque $t_1 > t$.

Les isothermes des gaz réels présentent les mêmes dispositions.

Elles admettent, comme asymptotes, l'axe des volumes, et une même parallèle à l'axe des pressions.

Travail fourni par une masse gazeuse au cours d'une transformation.

C'est le travail accompli par les forces exercées par cette masse gazeuse sur les parois du récipient qui la contient.

Si la pression de la masse gazeuse demeure p , quand le volume s'accroît de Δv , ce travail est positif et a pour valeur $p \Delta v$.

Si, p toujours invariable, le volume diminue de Δv , ce travail est négatif et a pour valeur $- p \Delta v$ ou $p (-\Delta v)$. On dit encore que la masse gazeuse reçoit de l'énergie.

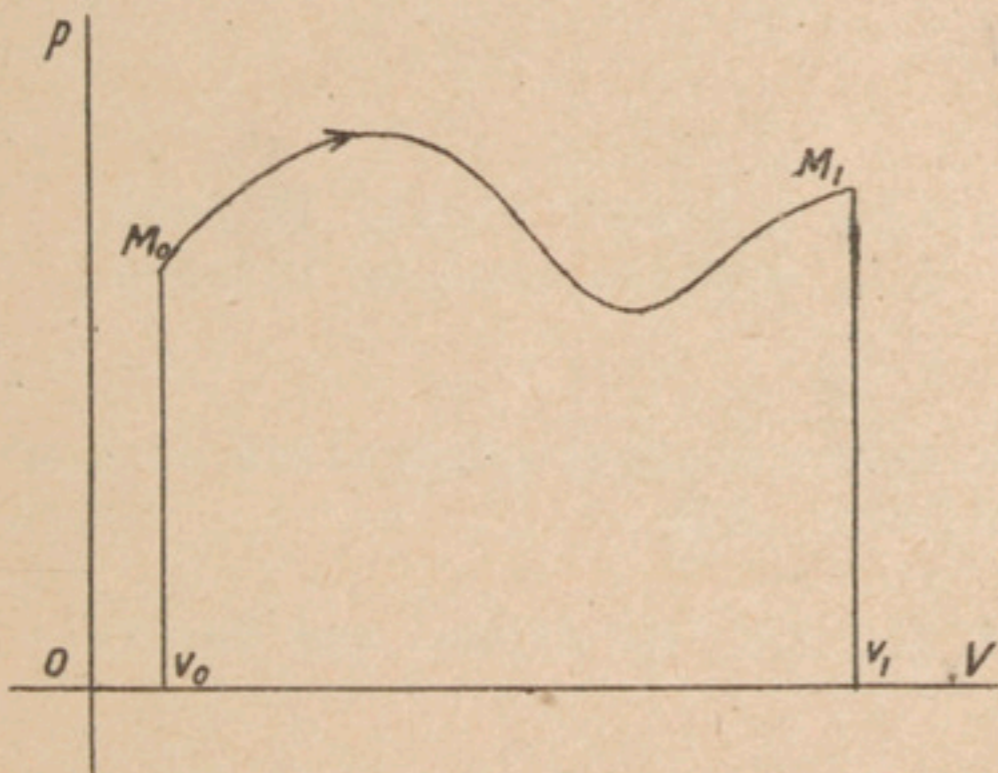


Fig.2

Si, au cours des transformations, la pression et le volume varient, le travail fourni à chaque instant sera positif tant que les variations de volumes seront positives.

Quand le point figuratif décrit la courbe ci-contre dans le sens indiqué par la flèche, le travail total fourni par la masse gazeuse est l'aire limitée par la courbe, l'axe des volumes et les droites $M_0 v_0$ $M_1 v_1$.

Si, au contraire, le point figuratif passe de M_1 à M_2 , la masse gazeuse fournit un travail résistant, absorbe de l'énergie. Le travail accompli est négatif et l'aire définie ci-dessus n'en mesure que la valeur absolue.

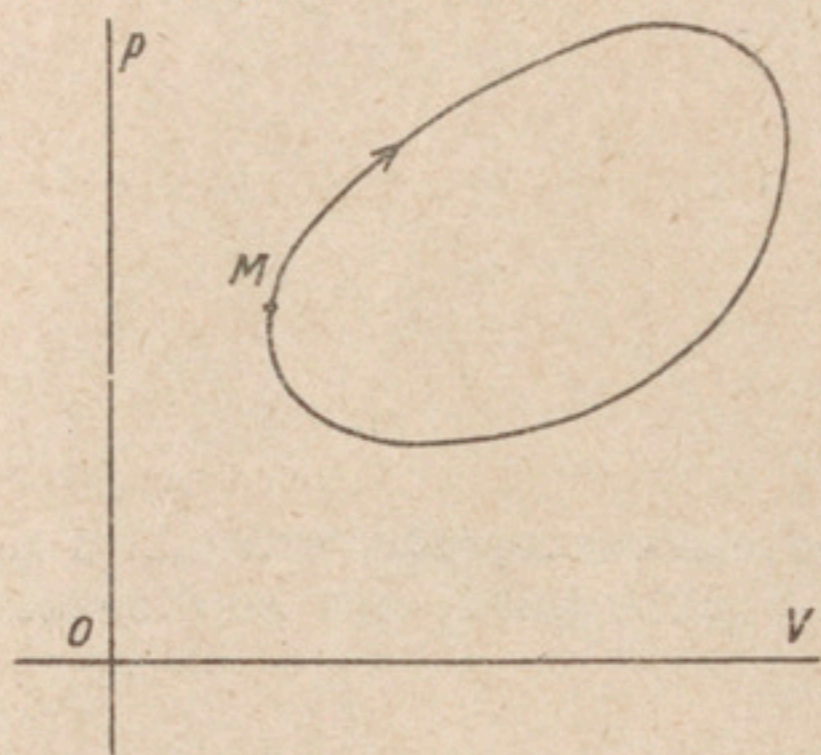


Fig.3

Supposons maintenant que le point figuratif décrive la courbe fermée ci-après dans un sens déterminé.

Le travail fourni par la masse gazeuse sera positif ou négatif selon que le sens de circulation du point figuratif sera celui des aiguilles d'une montre ou le sens opposé.

La valeur absolue de ce travail est l'aire limitée par la trajectoire du point figuratif.

2°- Eléments de thermodynamique des gaz.

Premier principe de la thermodynamique.

(principe de l'équivalence) Si, après une série de transformations, l'état final d'une masse gazeuse est identique à l'état initial, le travail accompli par cette masse et la chaleur reçue par elle du milieu extérieur sont de même signe et dans un rapport constant.

Ce rapport, lorsque le travail est exprimé en kilojoules et la chaleur en grandes calories est 4,18 et se représente par J ou $\frac{1}{A}$.

Donc, si le point figuratif décrit une courbe fermée (cycle) entre la chaleur reçue Q calories et le travail fourni T kilojoules, existe la relation :

$$Q = A T$$

Transformations quelconques.

Si l'état initial n'est pas identique à l'état final, il faut ajouter à $A T$ une quantité algébrique ΔU , appelée chaleur interne gagnée par le gaz.

Compte tenu du principe de l'équivalence ainsi généralisé et connaissant l'équation d'état, on peut évaluer ΔU .

Pour les gaz parfaits, on trouve que Δu ne dépend que des variations de températures et que

$$\frac{\Delta U}{\Delta t} = c$$

c, étant la chaleur spécifique à volume constant.

En considérant comme nulle la chaleur interne à -273° , on trouve que la chaleur interne à T° absolu est :

$$U = c \cdot T$$

Pour les gaz réels, U est encore une fonction croissante de la température et pratiquement indépendante de la pression.

Transformations adiabatiques.

Les propositions précédentes nous amènent à considérer des évolutions au cours desquelles le milieu extérieur ne fournirait à la masse gazeuse aucune chaleur et n'en recevrait pas non plus.

On dit alors que la transformation est adiabatique. Pour les gaz parfaits, l'équation d'une transformation adiabatique est

$$p v^{\frac{C}{C'}} = \text{constante},$$

C est la chaleur spécifique des gaz à pression constante.

Les adiabatiques sont représentées par des courbes sans point d'inflexion, asymptotes aux axes Op et Ov. Par un point du plan passe une courbe adiabatique et une seule.

Il y passe également une seule isotherme. Adiabatique et isotherme ont toujours les positions respectives ci-après

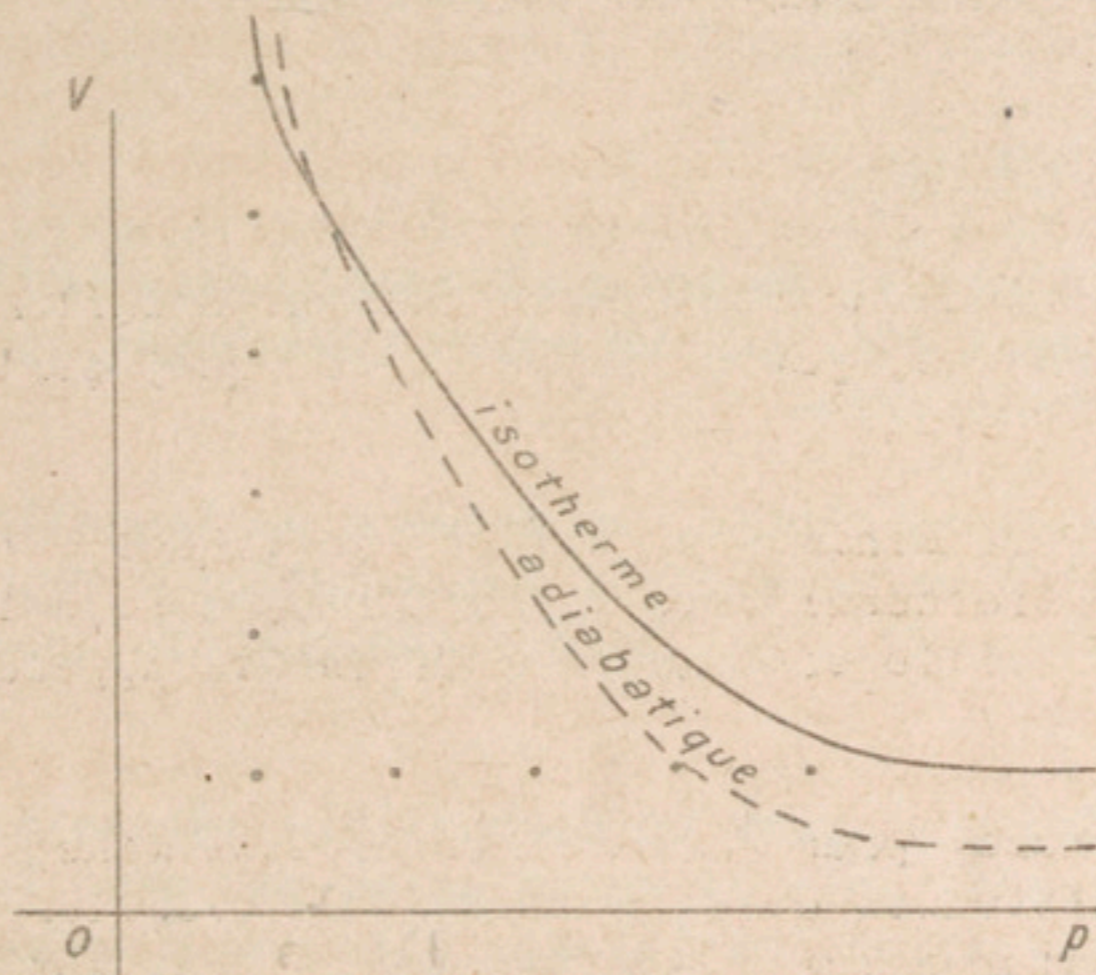


fig.4

2^e Principe de la thermodynamique. (principe de Carnot)

Pour tirer d'un corps donné, à la température t_1 centigrades, une quantité de chaleur q_1 qu'on transformera en énergie mécanique, il est nécessaire de disposer d'un deuxième corps à une température t_2 inférieure à t_1 et qu'une quantité de chaleur q_2 passe du premier corps sur le second.

Il résulte de ce principe que, de la chaleur $q_1 + q_2$ perdue par le premier, seule, la quantité q_1 a été transformée en travail.

Le rapport $\frac{q_1}{q_1 + q_2}$ se nomme le rendement thermique de l'opération.

Le théorème de Carnot assigne une limite supérieure à ce rendement.

Cette limite est $\frac{t_1 - t_2}{t_1 + 273}$

3^o - Combustion des gaz et des liquides.

Les combustions sont des oxydations exothermiques, plus ou moins vives, et, comme toutes les réactions chimiques, ne sont, dans aucun cas, des phénomènes instantanés.

Bien que théoriquement, elles soient toujours limitées par la réaction inverse, il est possible de se placer dans des conditions telles que les effets de cette réaction inverse soient négligeables. Il y a simplement lieu de retenir que ces conditions pourront ne pas être toujours réalisées dans les moteurs thermiques.

Combustion des Gaz.

Un mélange d'air et de gaz combustible ne s'emflamme que si une parcelle du mélange a été, par un moyen quelconque, portée à une température suffisamment élevée.

Cette température minima, au dessous de laquelle la rapidité de la combustion peut être considérée comme nulle, a reçu le nom de température de combustion. Elle est encore quelquefois appelée température d'inflammation.

Cette température, pour un combustible déterminé, dépend de la proportion des constituants et varie assez peu avec les autres facteurs (pression et températures initiales). Elle est d'autant plus basse que l'air et le combustible seront dans des proportions plus voisines de celles du mélange optimum.

La présence de gaz inertes (résidus de combustions antérieures) élève la température de combustion.

Lorsqu'une parcelle de mélange gazeux combustible a été portée à la température de combustion, la chaleur produite par l'oxydation réalisée se diffuse, surtout par conductibilité, dans les molécules au contact. La température des molécules les plus voisines atteindra la température de combustion. Ces molécules s'enflammeront à leur tour et ainsi de suite.

Il en résulte une inflammation par tranches successives qui sera, à un instant donné, caractérisée par une certaine vitesse linéaire, que l'on appelle vitesse de combustion.

La vitesse de combustion dépend de la température initiale du mélange combustible et croît très rapidement avec elle. Elle varie également avec la teneur en combustible du mélange considéré.

Combustion des liquides.

Ce n'est pas le liquide qui brûle, mais les vapeurs qu'il émet dans l'air au contact avec sa surface libre.

Ces vapeurs n'entrent en combustion que si elles atteignent leur température d'inflammation.

La chaleur dégagée par cette combustion permet de vaporiser une certaine quantité de liquide et de porter ces vapeurs à la température d'inflammation. Ces vapeurs brûleront à leur tour si l'air nécessaire à leur combustion se trouve au contact du liquide.

Le phénomène sera relativement lent si la surface libre du liquide est faible ou si l'air nécessaire à la combustion n'accède à cette surface qu'en quantité réduite. Il sera accéléré par une température élevée de cet air de combustion, une pulvérisation aussi poussée que possible du liquide (augmentation de la surface libre), l'abondance d'air pur dans la zone de combustion.

Ces remarques permettent de prévoir que la combustion des liquides, pour être complète, nécessite un large excès d'air de combustion.

CHAPITRE II

LES MOTEURS A EXPLOSION

CYCLE THÉORIQUE.

Dans un cylindre isolant, on admet une certaine quantité d'air carburé (air et gaz combustible, ou encore air et liquide volatil partiellement à l'état de vapeur) à une certaine pression p_0 et à une température t_0 . Le volume de la masse carburée est alors v_0 .

1/ Comprimons le mélange jusqu'à ce que le volume soit ramené à la valeur v . A la fin de cette compression adiabatique, la pression et la température ont atteint les valeurs p et t , respectivement supérieures à p_0 et t_0 .

Enflammons maintenant le mélange. Sa combustion dégage Q calories par unité de masse et, le volume restant v , porte la température à la valeur t_1 et la pression à la valeur p_1 .

2/ La combustion terminée, laissons les gaz de combustion se détendre jusqu'à reprendre le volume v_0 . Dans cette détente adiabatique, pression et température diminuent et atteignent, en fin d'opération, les valeurs p_2 et t_2 .

3/ Mettons maintenant les gaz en communication thermique avec l'extérieur, supposé à la température t_0 . Le volume offert aux gaz demeurant v_0 . Les gaz, se refroidissant à volume constant, cèdent q calories par unité de masse et reviennent aux conditions initiales de température et de pression.

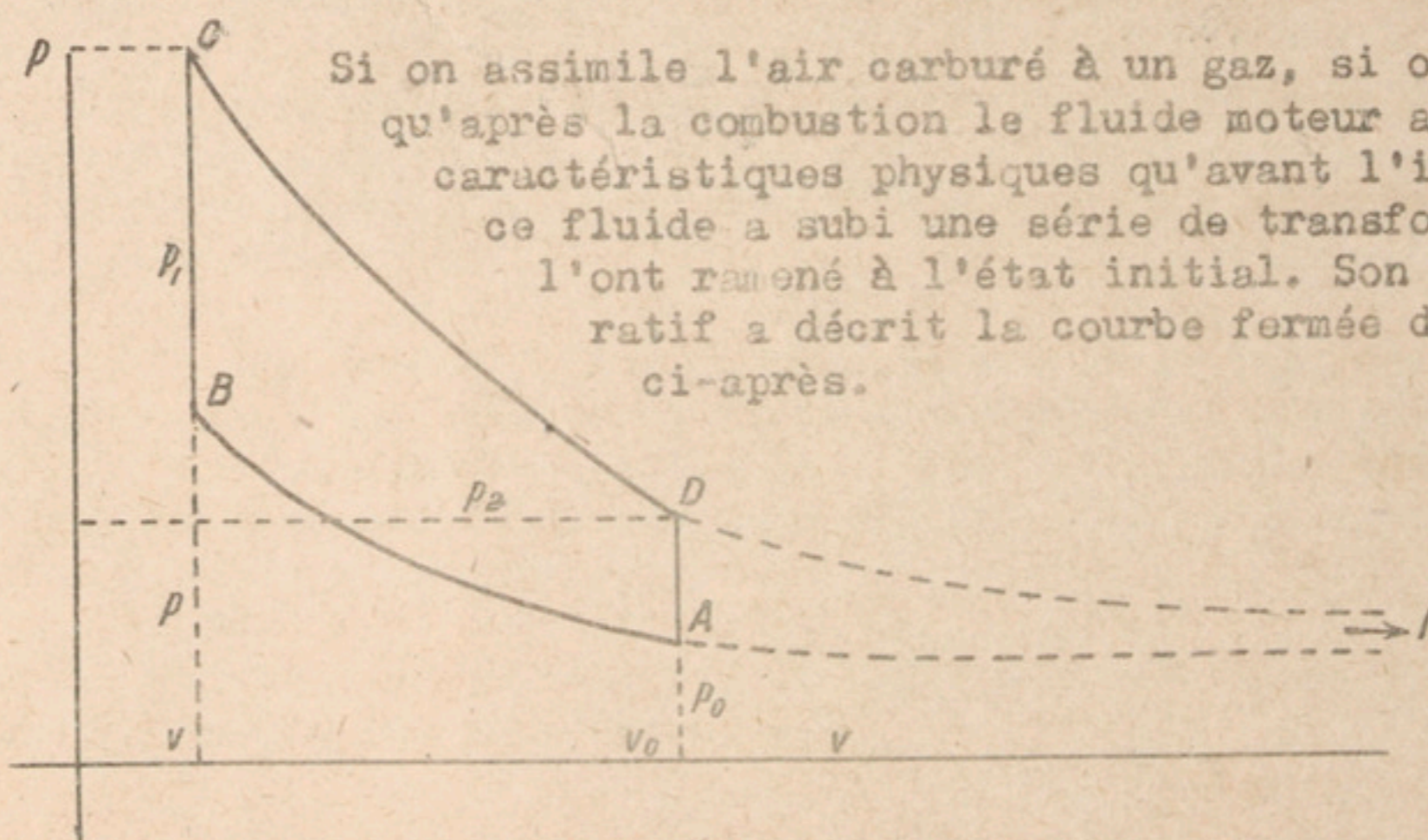


Fig.5

Au cours de ce cycle, le fluide moteur a reçu d'une action chimique Q calories (période de la combustion).

Au cours de la dernière phase, il a cédé q calories.

Enfin, au cours de l'ensemble du cycle, il aura fourni une quantité de travail égale, d'après le principe de l'équivalence, à :

$$J (Q - q)$$

$$\text{Le rendement du cycle est : } \frac{Q - q}{Q} = 1 - \frac{q}{Q}$$

Si on considère les gaz comme parfaits, il est aisé d'évaluer le rendement. En effet :

$$Q = c (t_1 - t)$$

$$q = c (t_2 - t_0)$$

Le rendement est donc

$$1 - \frac{t_2 - t_0}{t_1 - t}$$

Mais on passe de l'état initial p_0, v_0 à l'état p, v par une transformation adiabatique :

$$p v^{\frac{C}{c}} = p_0 v_0^{\frac{C}{c}}$$

Posons :

$$\frac{C}{c} = \gamma \quad \frac{v_0}{v} = \epsilon$$

On trouve, dans ces conditions, que :

$$\frac{p}{p_0} = \epsilon^\gamma$$

Mais, de l'équation d'état, on déduit :

$$p v = R T$$

$$p_0 v_0 = R T_0$$

Par conséquent :

$$\frac{p}{p_0} \frac{v}{v_0} = \epsilon^{\gamma-1} = \frac{T}{T_0}$$

Finalement :

$$T = T_0 \epsilon^{\gamma-1}$$

De même :

$$T_1 = T_2 \epsilon^{\gamma-1}$$

On en déduit que :

$$T_1 - T = (T_2 - T_0) \epsilon^{\gamma-1}$$

ou encore que :

$$\frac{t_2 - t_0}{t_1 - t} = \frac{1}{\epsilon^{\gamma-1}}$$

Le rendement a donc pour expression : $1 - \frac{1}{\epsilon^{\gamma-1}}$

Le rapport ϵ a reçu le nom de taux de compression.

On voit que le rendement est d'autant plus élevé que le taux de compression est plus important.

On voit également que, dans cette expression du rendement, n'entrent pas la valeur Q , ni la température initiale t_0 .

Moyennant les hypothèses faites - gaz parfaits, combustion à volume constant - le rendement ne dépend que des caractéristiques géométriques du moteur. Il est indépendant de la nature chimique du carburant, de la richesse en carburant de l'air admis, de la pression et de la température d'admission.

TAUX DE COMPRESSION LIMITE.

La relation :

$$T = T_0 \epsilon^{\gamma-1}$$

montre qu'avec un taux de compression suffisamment élevé, on pourra, au cours de la compression, dépasser la température de combustion.

Toute la masse gazeuse s'enflammera alors spontanément et sa combustion sera achevée dans un temps extrêmement court. L'accroissement de pression sera assez brusque pour avoir les effets d'une percussion.

De tels résultats sont incompatibles avec un bon rendement mécanique et compromettent la durée de nombreux organes.

Pratiquement, l'existence, dans les culasses de moteurs, de points à températures élevées, provoquent un allumage prématuré pour des valeurs du taux de compression inférieures à celle qui correspond à la température de combustion.

Avec certains carburants, il faut, en outre, tenir compte d'impuretés susceptibles de brûler en détonant pour des taux de compression peu élevés.

L'auto-allumage limite le taux de compression des moteurs à explosion qui utilisent l'essence de pétrole à des valeurs généralement inférieures à 6.

Le benzol, l'alcool, l'oxyde de carbone admettent des taux de compressions limites plus élevés.

CYCLE RÉEL.

C'est dans des moteurs appelés moteurs à explosion que le cycle décrit ci-dessus est grossièrement réalisé.

Un moteur à explosion se compose de cylindres métalliques fermés par un fond fixe appelé culasse. A l'intérieur de chaque cylindre se déplace un fond mobile, appelé piston, solidaire d'un arbre-manivelle (vilebrequin) par l'intermédiaire d'une bielle.

Lorsque le moteur fonctionne, le piston oscille donc constamment entre deux positions extrêmes : le point-mort haut (P.M.H.) qui est la position la plus voisine de la culasse, et le point-mort bas.

La culasse est munie de deux soupapes (lumières dans les moteurs sans soupapes). La soupape d'admission, quand elle est ouverte, met en communication le cylindre avec un carburateur qui débite l'air carburé à la dose désirée. La soupape d'échappement, en s'ouvrant, met les gaz brûlés en communication avec l'atmosphère.

Une bougie électrique sert à faire jaillir une étincelle électrique dans l'espace mort.

Les moteurs à explosion sont à deux temps ou à quatre temps selon que l'ensemble des opérations se répète après un aller-et-retour du piston ou après deux aller-et-retour.

Dans les moteurs à explosion à quatre temps, le fonctionnement est le suivant :

1er temps admission. Le piston se déplace du P.M.H. vers le P.M.B., la soupape d'admission est ouverte, la soupape d'échappement est fermée. Le déplacement du piston crée une dépression, grâce à laquelle de l'air carburé s'introduit dans le cylindre.

2ème temps compression. Le piston, après avoir atteint le P.M.B., retourne vers le P.M.H. La soupape d'admission se ferme. L'air carburé est comprimé et s'échauffe. Les gouttelettes de carburant se vaporisent.

En fin de compression, l'étincelle électrique jaillit et enflamme le mélange.

3ème temps détente. Le piston, après avoir atteint le P.M.H., se porte vers le P.M.B. La combustion s'achève. Sur le piston s'exerce une pression élevée. C'est le temps moteur.

4ème temps échappement. Le piston retourne vers le P.M.H., la soupape d'échappement s'est ouverte. Les gaz brûlés sont refoulés à l'extérieur par le piston.

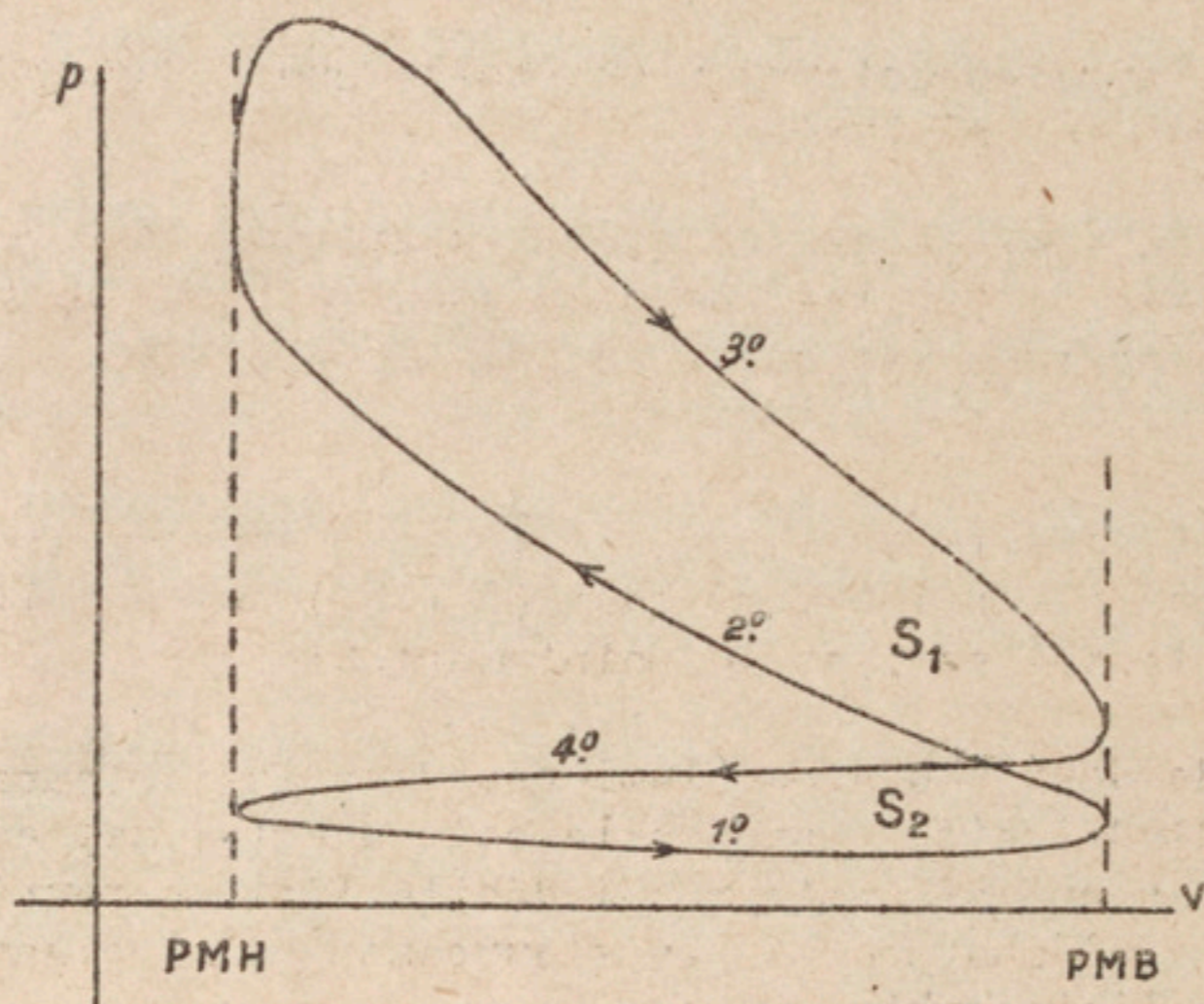


Fig. 6

Si, à chaque instant, on relève le volume offert aux gaz à l'intérieur du cylindre et la pression à laquelle ils s'y trouvent, on obtient le diagramme ci-contre.

La différence des aires S_1 et S_2 donne le travail susceptible d'être transmis à l'arbre manivelle au cours de deux tours complets de celui-ci.

Ce diagramme s'écarte très sensiblement du diagramme fourni par le cycle théorique pour une même quantité d'air carburé et les mêmes volumes extrêmes.

Pour obtenir, avec un moteur tel qu'on vient de décrire le moteur à explosion, le diagramme du cycle théorique, il faut supposer :

1° que les échanges de chaleur entre les gaz et les parois du moteur sont toujours nuls;

2° que la combustion de l'air carburé est instantanée et s'effectue lorsque le piston passe au point mort haut;

3° que les gaz n'ont aucune inertie mécanique et calorifique.

Le diagramme de ce moteur idéal sera alors celui ci-contre

La distribution, dans ce moteur, serait la suivante :

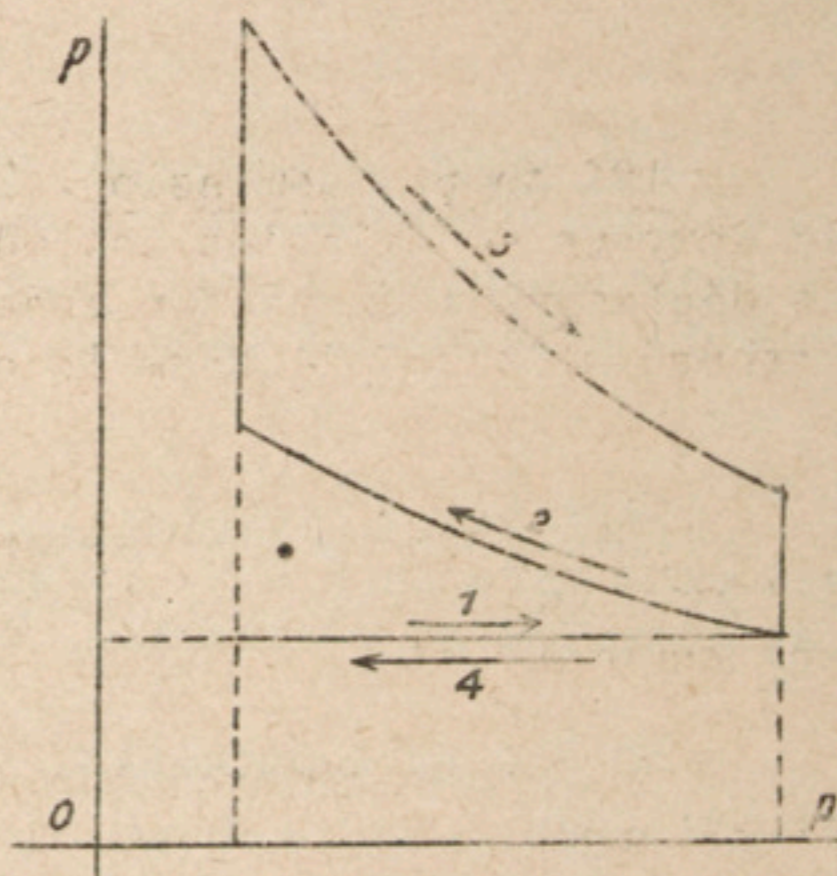


Fig. 7

- 1° Ouverture de la soupape d'admission, au 1^{er} passage au P.M.H.
- 2° Fermeture de la soupape d'admission, au 1^{er} passage au P.M.B.
- 3° Allumage, au 2^{ème} passage au P.M.H.
- 4° Ouverture de la soupape d'échappement, au 2^{ème} passage au P.M.B.
- 5° Fermeture de la soupape d'échappement, au 3^{ème} passage au P.M.H.

RÉGLAGE DE LA DISTRIBUTION.

Dans le cycle réel, soit pour améliorer le rendement effectif, soit pour augmenter le travail pouvant être obtenu, au moyen d'une consommation plus forte, à chaque double tour du vilebrequin, on est conduit à faire les opérations ci-dessus à des époques différentes de celles qu'on vient d'indiquer.

Les décalages ainsi introduits, avances ou retards, constituent le réglage de la distribution.

AVANCE A L'ALLUMAGE.

Tenons compte, dans notre moteur idéal, du fait que la combustion n'est pas instantanée. Pratiquement cette combustion a une durée d'environ $\frac{1}{250}$ ou $\frac{1}{300}$ de seconde.

En faisant éclater l'étincelle lorsque le piston passe au P.M.H., la combustion ne s'achève qu'après un déplacement très important du piston.

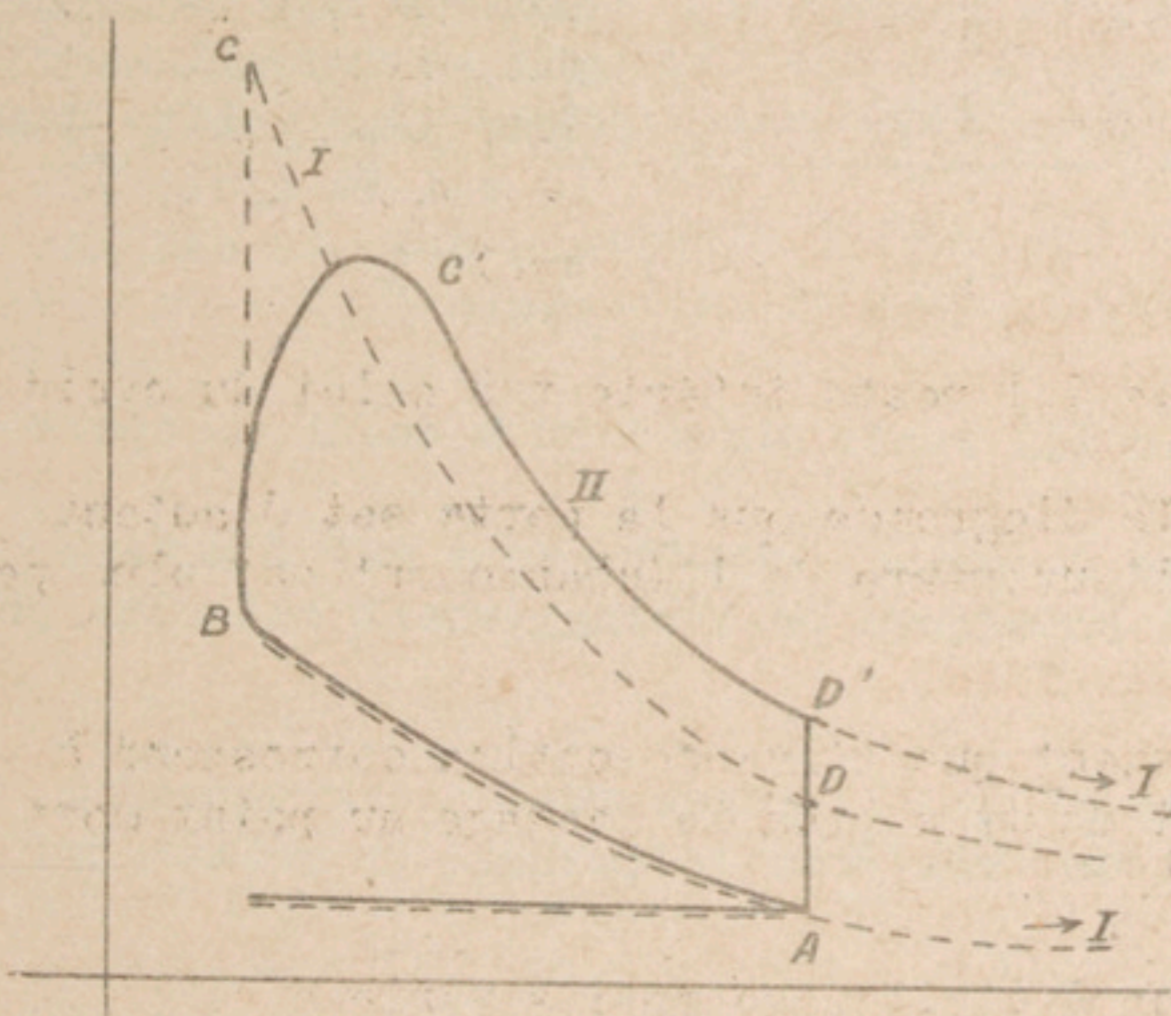


Fig.8

Au lieu du cycle I (pointillé) on obtient le cycle II (trait plein).

L'adiabatique de détente du cycle II est nécessairement au-dessus de l'adiabatique de détente concernant le cycle I.

En effet, ces deux adiabatiques, prolongées vers l'infini à droite, ne se rencontrent pas. Les cycles ABCDIA, ABC'D'IA délimitent deux surfaces dont les aires équivalent, à la même quantité de chaleur, la chaleur dégagée par la combustion.

Pour qu'il en soit ainsi, il est nécessaire que la courbe B C' D' traverse l'adiabatique C D.

Soit donc C' un point de B C' D' situé au-dessus de l'adiabatique C D. Si, en C', la combustion est achevée, la courbe B C' D' est, à partir de C', l'adiabatique qui passe en ce point. Si la combustion n'est pas achevée, la courbe B C' D' est une détente qui s'effectue avec un certain gain de chaleur; elle est donc, à partir de C', située au-dessus de l'adiabatique relative à ce point.

Il en résulte que, dans tous les cas, la courbe B C' D' s'achève par un arc situé au-dessus de C D.

Le rendement du cycle II est donc inférieur à celui du cycle I.

Pour remédier partiellement à cette infériorité des cycles réels, on est conduit à enflammer le mélange avant le passage du piston au point-mort haut. C'est ce qu'on appelle donner de l'avance à l'allumage.

Montrons qu'une légère avance à l'allumage (cycle III) procure un gain de rendement sur le cycle II.

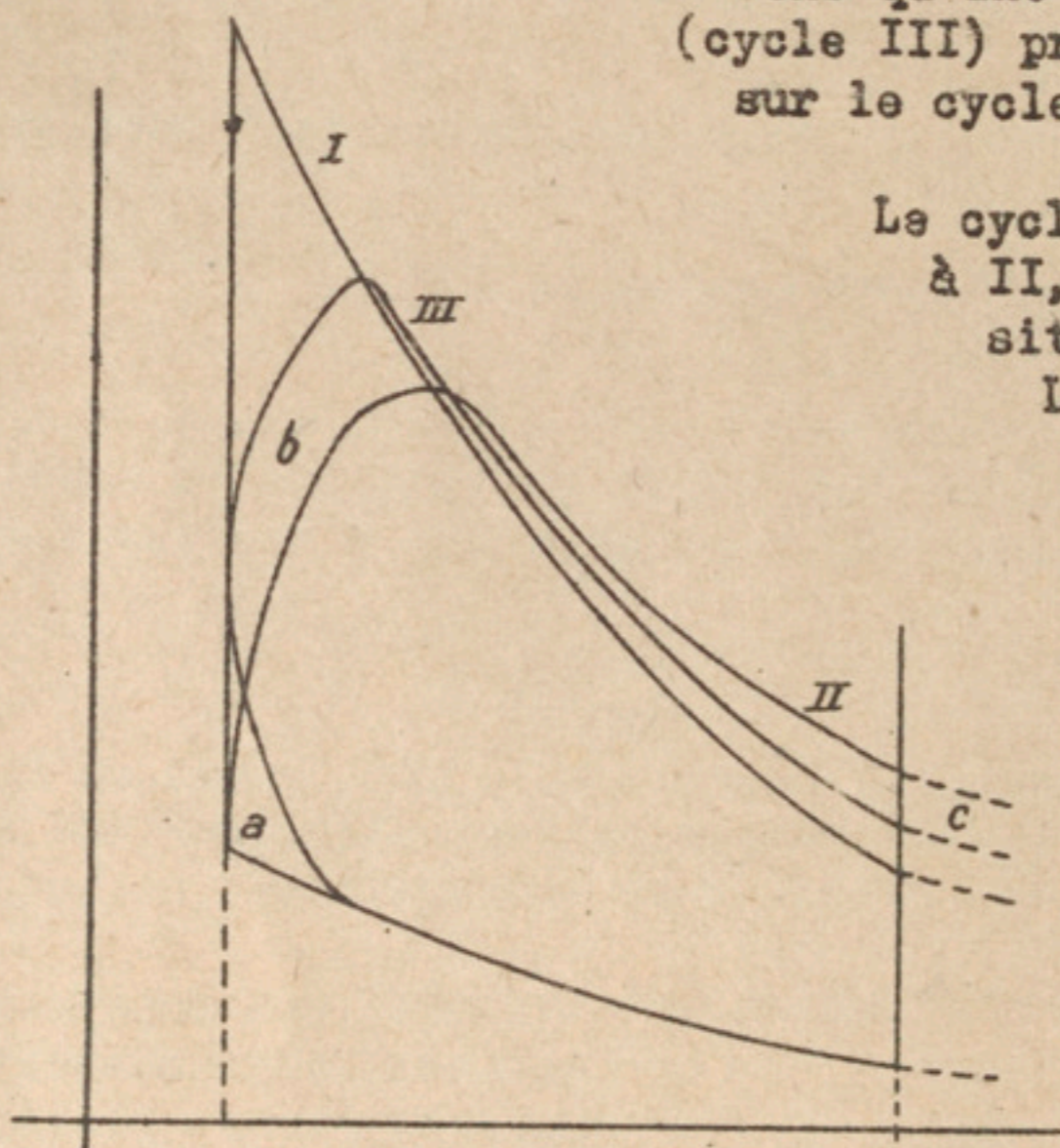


Fig.9

Le cycle III, par rapport à I et à II, a nécessairement la disposition indiquée par la figure.

L'aire a, en effet, est du second ordre (2 côtés infiniment petits). Au contraire les aires b et c sont du premier ordre et doivent par conséquent se compenser.

La quantité de chaleur non transformée en travail est donc plus petite dans le cas du cycle III que dans le cas du cycle II.

Mais le rendement du cycle III reste inférieur à celui du cycle I.

Il est aisé de voir sur le diagramme que la perte est d'autant plus faible que la pression à l'ouverture de l'échappement est plus petite.

On démontre expérimentalement que l'avance optima correspond à une combustion dont la fin suit de très près le passage au point-mort haut.

Il en résulte que l'avance à l'allumage optima varie avec le régime de rotation du moteur

Comme la durée de la combustion varie avec la richesse du mélange carburé, l'avance à l'allumage varie donc également avec la teneur en combustible de l'air d'admission.

AVANCE A L'OUVERTURE DE L'ÉCHAPPEMENT.

Lorsque s'ouvre la soupape d'échappement, la pression à l'intérieur du cylindre ne retombe pas instantanément à la valeur de la pression extérieure. Les gaz brûlés rencontrent, d'autre part, une certaine résistance dans le collecteur d'échappement. Pendant tout le retour du piston, la pression à l'intérieur du cylindre reste supérieure à la pression atmosphérique.

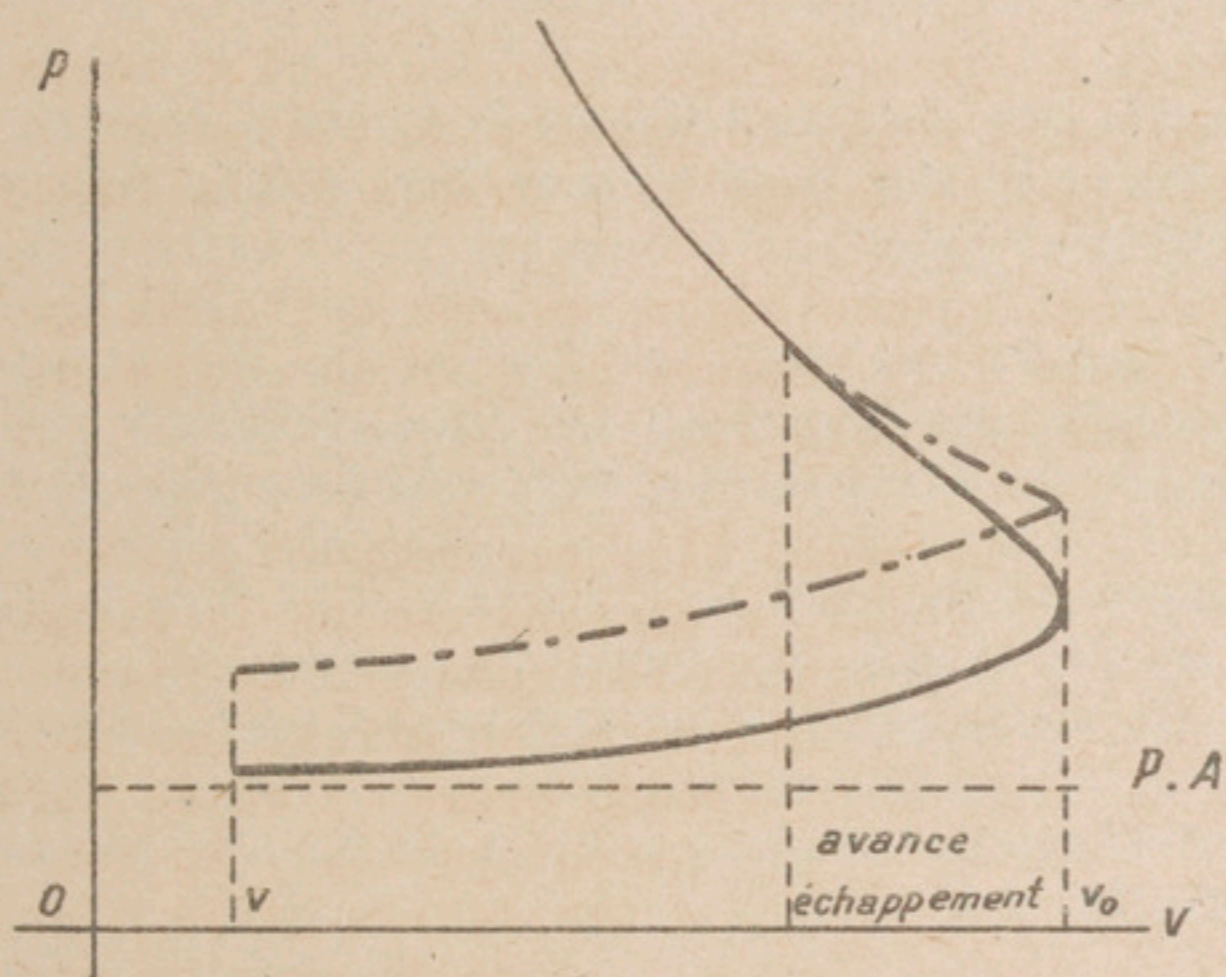


Fig.10

Pour diminuer autant que possible le travail résistant supplémentaire qui en résulte, on ouvre la soupape d'échappement avec une certaine avance. Malgré une perte de travail en fin de détente, on améliore le rendement d'ensemble.

C'est ce que montre le diagramme ci-contre.

RETARD A LA FERMETURE DE L'ÉCHAPPEMENT.

Malgré l'avance précédente, au passage du piston au P.M.H., la pression est encore supérieure à la pression extérieure; les gaz brûlés ont d'autre part une vitesse appréciable.

Il est donc possible de poursuivre leur évacuation après le passage au P.M.H. en donnant un léger retard à la fermeture de l'échappement.

Ce retard a donc pour effet de rendre possible un meilleur remplissage du cylindre en gaz frais.

RETARD A L'OUVERTURE DE L'ADMISSION.

C'est une conséquence nécessaire du retard précédent. De plus ce retard contribue, par le moyen d'une succion énergique, à améliorer le mélange des gaz frais et des gaz résiduels.

RETARD A LA FERMETURE DE L'ADMISSION.

Pour les mêmes raisons qu'à propos de la fermeture à l'échappement, il y a intérêt à donner un retard à la fermeture de l'admission.

C'est un moyen pour augmenter la masse de gaz frais admis dans le cylindre et par conséquent d'augmenter le travail obtenu à chaque cycle.

INFLUENCE DE LA CONDUCTIBILITÉ DES PAROIS.

L'aptitude des parois du cylindre à absorber de la chaleur ou à en céder altère profondément l'allure du cycle.

Tant que la température des gaz est supérieure à celle des parois, c'est-à-dire pendant presque toute la durée du cycle, les parois absorbent d'importantes quantités de chaleur.

Pendant l'aspiration, il pourra arriver que les parois cèdent aux gaz frais de la chaleur. Mais cette récupération est insignifiante et n'a guère d'autre effet que celui de diminuer la masse de la cylindrée.

Il y a donc intérêt évident à diminuer le plus possible les échanges de chaleur entre les gaz et les parois au cours du cycle, et, par conséquent, à ce que la durée du cycle soit aussi brève que possible.

La recherche des hauts rendements conduit donc à la construction de moteurs à grande vitesse angulaire.

(De tels moteurs auront en outre l'avantage d'une grande puissance massique).

On remarquera que la lenteur de la combustion mène à des conclusions différentes et que, par l'avance à l'allumage, on ne fait que pallier à cette lenteur.

Le problème essentiel dans les moteurs poussés est donc de réaliser une combustion progressive aussi vive que possible.

CHAPITRE III

LE MOTEUR DIESEL

Nous avons vu qu'au moyen d'une compression adiabatique, nous passons d'une température initiale T_0 à une température finale T telle que

$$T = T_0 \epsilon^{\gamma-1}$$

si le taux de compression était ϵ . T_0 étant la température ordinaire, il est facile, en donnant à ϵ une valeur suffisante, de parvenir à une température T supérieure à la température d'inflammation d'un combustible donné.

Pratiquement, avec un taux de compression de 12 à 13, on dépasse une température de 550° , plus que suffisante pour enflammer une huile lourde de pétrole.

Supposons que celle-ci soit injectée dans de l'air pur comprimé dans ces conditions. Elle y brûlera en dégageant une quantité de chaleur qu'on pourra partiellement transformer en travail par détente.

CYCLE THÉORIQUE.

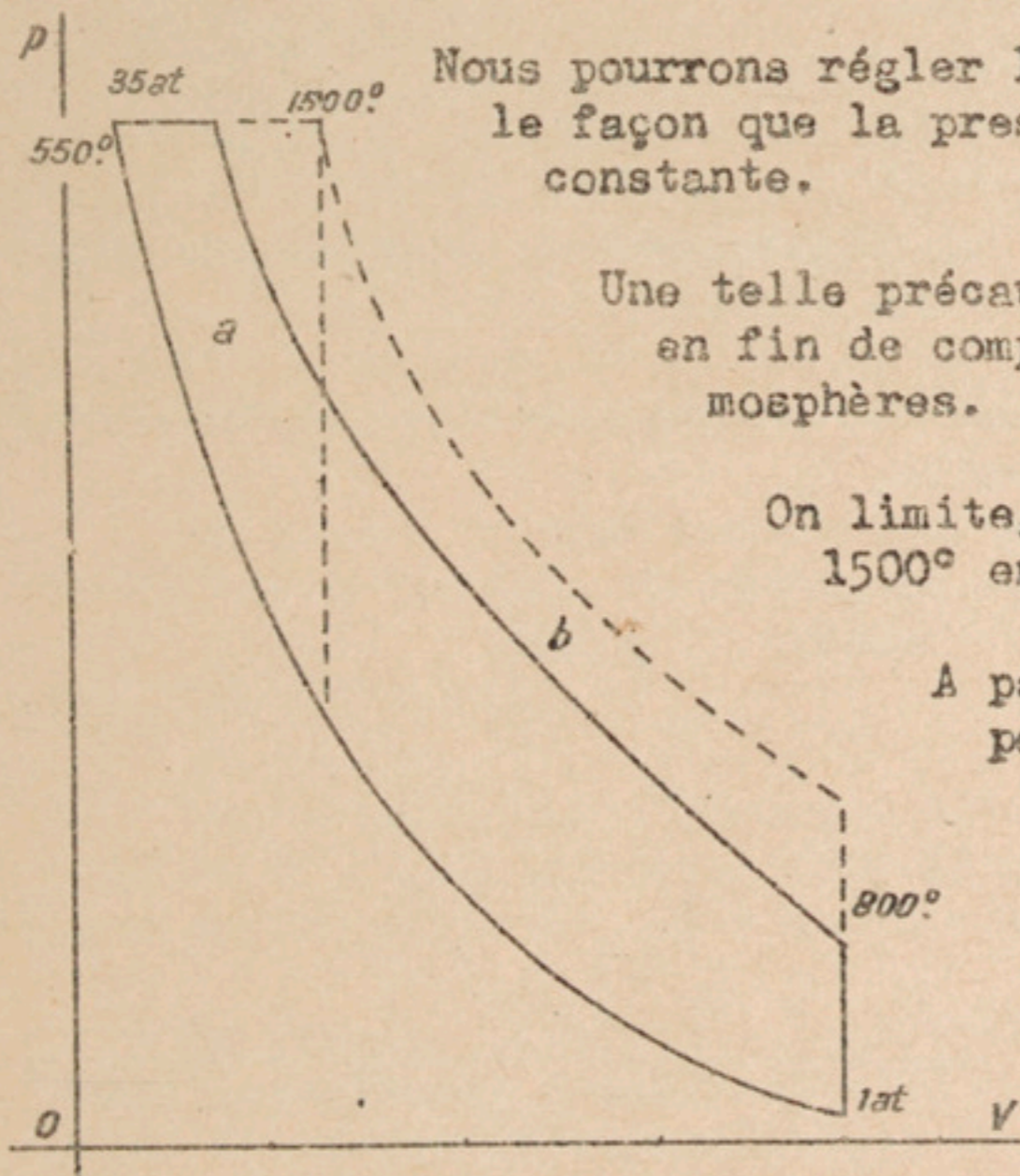


Fig.11

Nous pourrions régler l'injection et la détente de telle façon que la pression, pendant la combustion, reste constante.

Une telle précaution est nécessaire, la pression en fin de compression étant de l'ordre de 35 atmosphères.

On limite, du même coup, la température à 1500° en fin de combustion.

A partir de ce moment, la détente se poursuit suivant la loi adiabatique jusqu'à ce que le volume redevienne le volume initial. On revient aux conditions initiales par un échappement à volume constant.

Le diagramme de ce cycle théorique est le ci-contre.

Ce cycle a un rendement élevé, supérieur à celui d'un cycle à explosion fonctionnant entre les mêmes limites de pressions extrêmes. En effet, en mettant en jeu la même quantité de chaleur et en partant du même volume maximum, on obtient le tracé pointillé pour le cycle à explosion. Il est aisé de voir que l'aire a doit être supérieur à l'aire b.

CYCLE PRATIQUE.

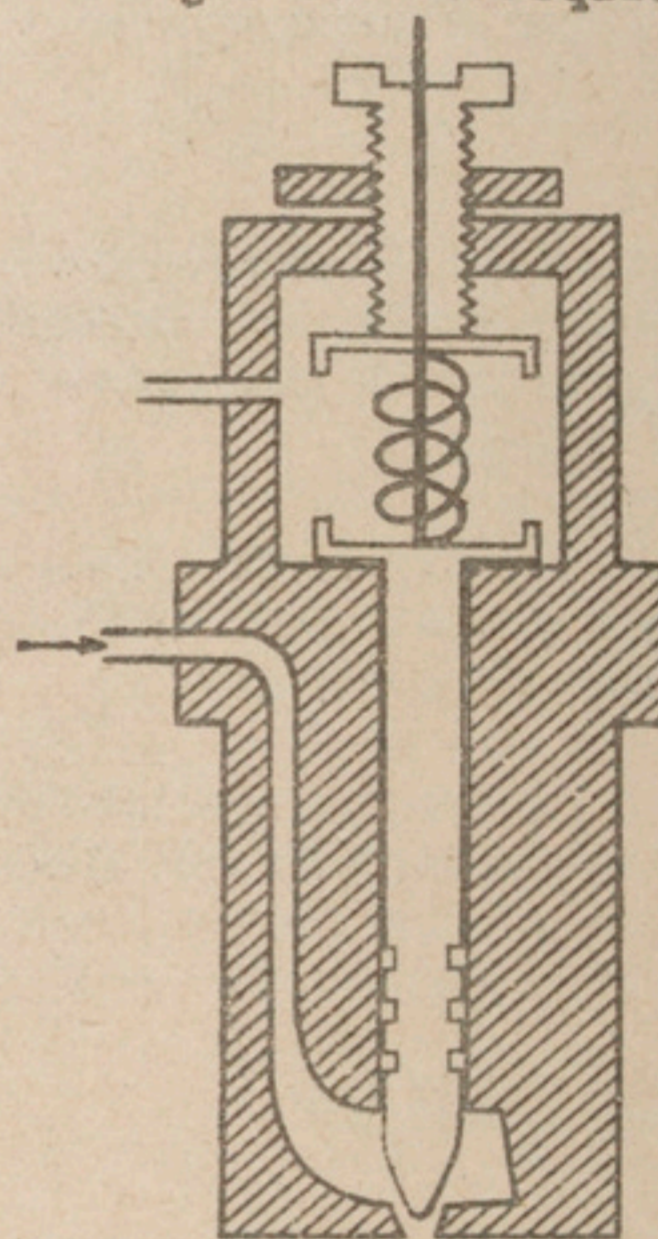
Les cylindres de moteur Diesel comportent un piston mobile, une soupape d'aspiration d'air, une soupape d'échappement. Au lieu d'un dispositif d'allumage, ils sont munis d'un système d'injection du liquide combustible.

L'injection du liquide, pour obtenir une pression à peu près constante, doit s'effectuer au cours d'une descente du piston d'environ le dixième de la course totale, lorsque le moteur marche à pleine charge.

Pour que la combustion s'effectue dans de bonnes conditions, on injecte le combustible au moyen d'air comprimé à 80 atmosphères qui l'introduit dans la chambre de combustion sous forme de jet pulvérisé. Une pompe à huile fournit à l'injecteur la quantité d'huile nécessaire.

Pour les mêmes raisons que dans le cycle à explosion, le cycle Diesel pratique comporte une avance à l'échappement, des retards aux fermetures de l'échappement et de l'admission. Comme l'admission ne concerne que de l'air pur, il n'y a aucun in-

convénient à donner à son ouverture une légère avance. L'injection comporte également une avance (1).



Injecteur
Fig.12

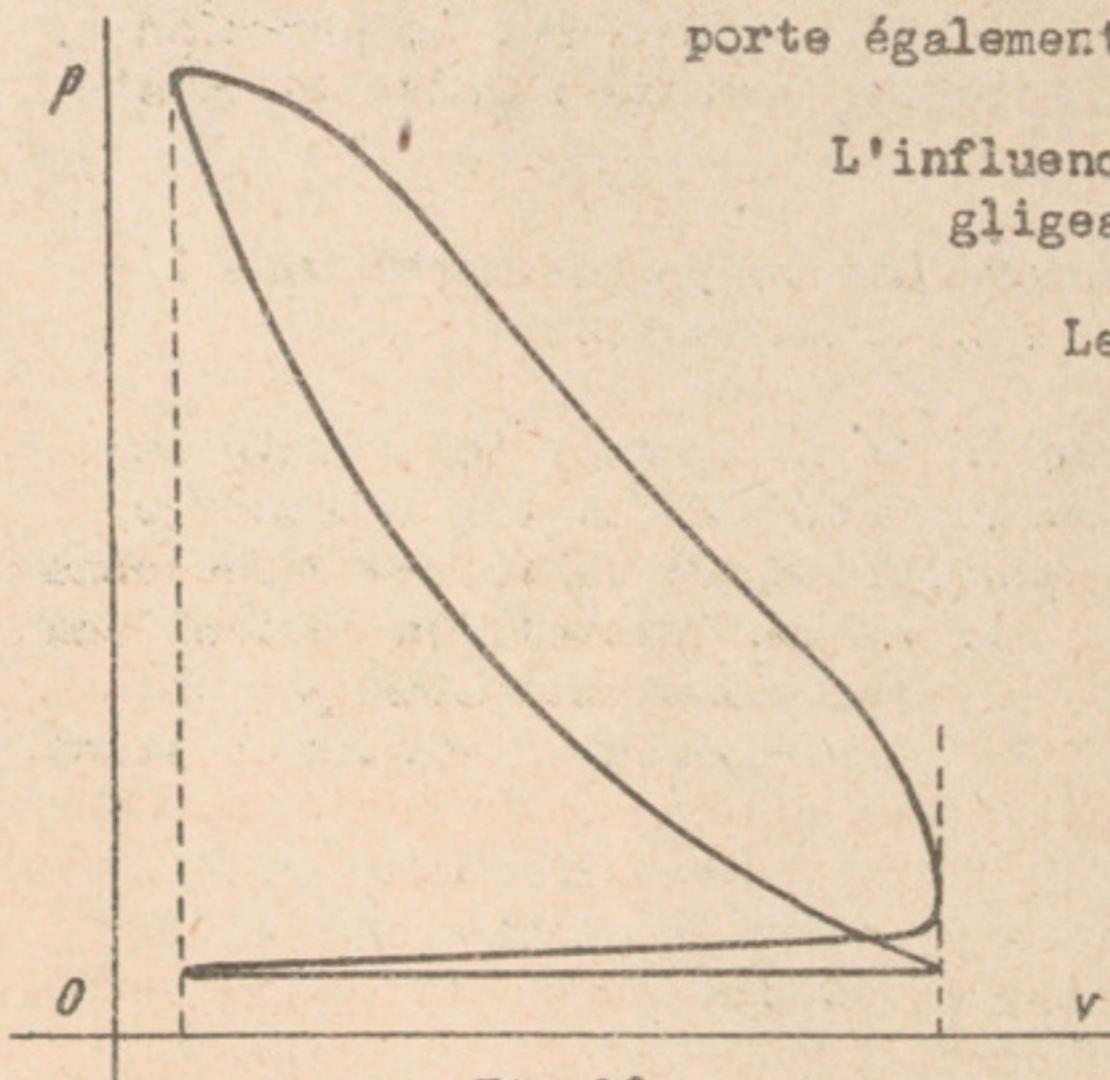


Fig.13

L'influence des parois n'est pas du tout négligeable.

Le diagramme du cycle réel est le ci-contre (fig.13).

(1)- destinée à compenser l'inertie mécanique du système d'injection.

CYCLE 2 TEMPS.

Disposons les lumières d'échappement et d'admission de façon que le piston les découvre successivement dans son mouvement de descente. Si, par la lumière d'admission, on envoie de l'air comprimé à 1 atm 5, on obtient, au cours de la même remontée, l'évacuation des gaz brûlés par balayage, le remplissage en gaz frais, puis la compression. Un tel moteur peut fournir un temps moteur par tour de manivelle et, malgré un rendement diminué par une forte avance à l'échappement, possède une puissance très supérieure à celle du 4 temps.

CARACTÉRISTIQUES DU MOTEUR DIESEL.

1°- Le rendement effectif est élevé.

2°- Les combustibles utilisés sont très bon marché.

3°- Les moteurs Diesel ont des vitesses de rotation peu élevées, par suite de la difficulté de réaliser une bonne combustion de courte durée.

4°- L'existence d'un compresseur, la nécessité de prévoir des surpressions très importantes, en raison de combustions prématurées (fuites d'aiguilles, ratés antérieurs), par conséquent d'avoir des parois très épaisses, font que le Diesel a un poids important.

5°- Le moteur Diesel exige un refroidissement énergique que complique l'épaisseur des parois.

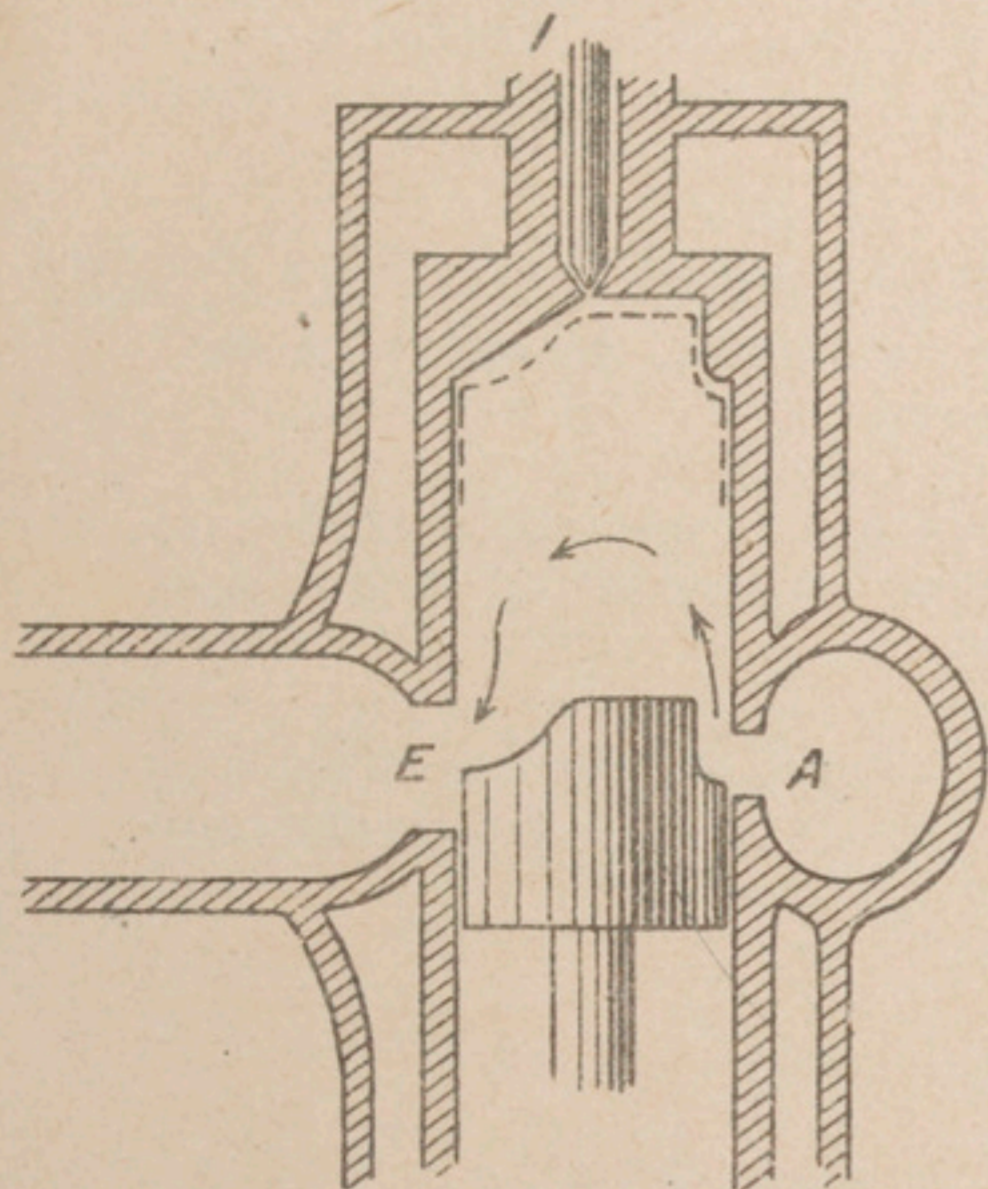
En résumé, moteur économique, de faible puissance massique.

LE DIESEL AUTOMOBILE.

Les moteurs Diesel, conçus comme il a été dit plus haut, ont un poids de 25 kilog. au cheval dans le cas le plus favorable. Pour les utiliser sur un véhicule, il a fallu les alléger considérablement.

En premier lieu, on a fait appel à des matériaux de haute qualité (aciers spéciaux).

Mais il a fallu surtout augmenter la vitesse de rotation. ce qui n'était possible qu'en accélérant la combustion.



Coupe d'un Diesel 2 temps.

Fig.14

Enfin, on a allégé le moteur en supprimant la possibilité des surpressions accidentelles.

ACCÉLÉRATION DE LA COMBUSTION.

En renonçant à maintenir la pression constante, on arrive à ce résultat au moyen d'une avance à l'injection.

Ceci a pour effet de donner un cycle voisin du cycle à explosion. Pour ne pas dépasser des pressions de 50 - 60 atmosphères, on diminue légèrement le taux de compression.

On raccourcit encore la durée de la combustion par des formes appropriées de la chambre de combustion, en favorisant le renouvellement de l'air dans la zone de combustion.

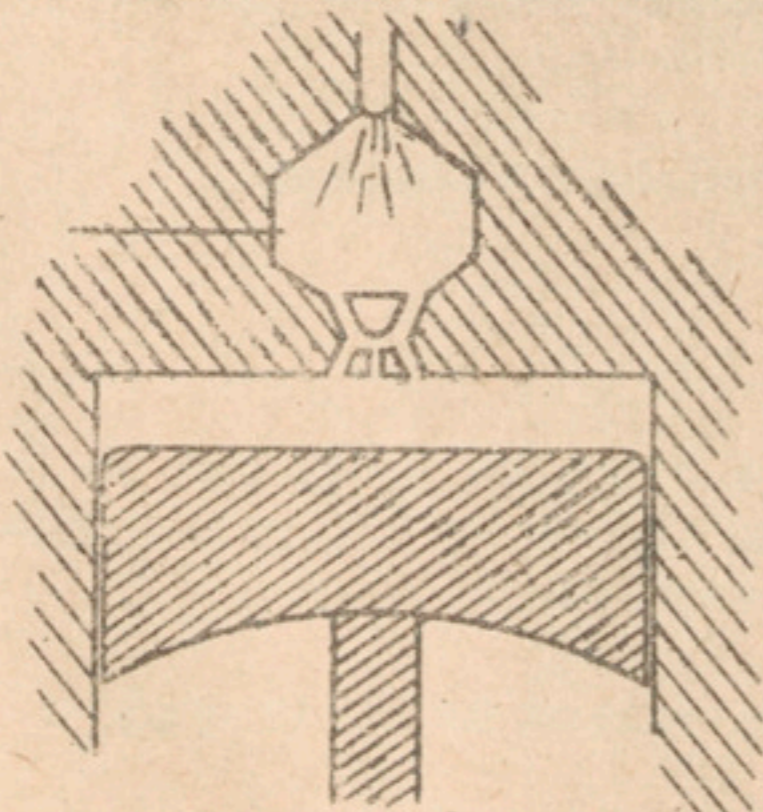
SUPPRESSION DES COMBUSTIONS ACCIDENTELLES.

Elles étaient dues à des fuites d'injecteur, difficiles à éviter avec l'emploi de l'air comprimé.

Il a donc fallu arriver à des systèmes d'injection mécanique assurant, dans un temps très court, l'envoi de poussière liquide présentant une grande surface. La réalisation de la pompe à liquide nécessaire à ces systèmes n'a pas été chose aisée, en raison de la petitesse des volumes mis en jeu et de l'importance des pressions nécessaires pour obtenir une bonne pulvérisation.

LES FORMULES ACTUELLES.

- α) Moteur à chambre de précombustion.
- β) Moteur à chambre d'accumulation d'air.
- γ) Moteur à injection directe.



Moteur à précombustion

Fig.15

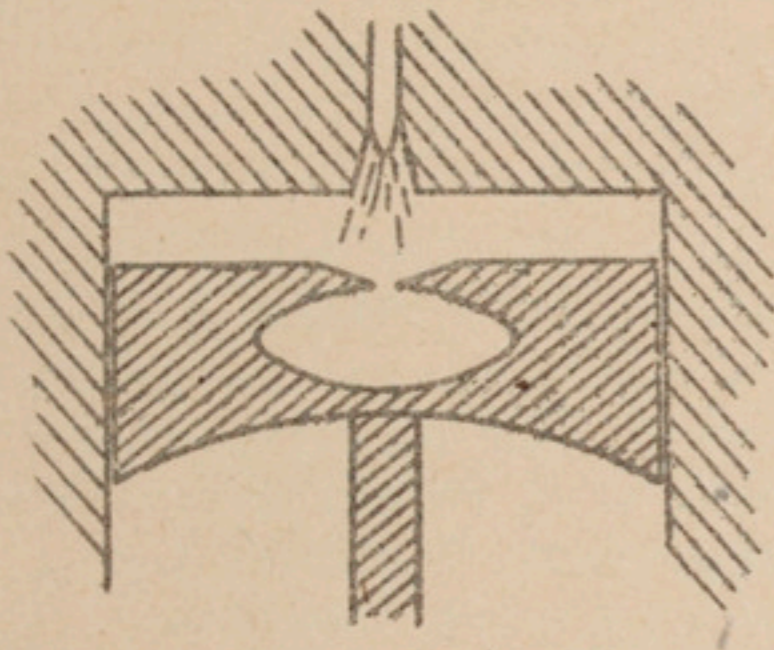
MOTEUR A PRÉCOMBUSTION.

L'injection se fait dans une anti-chambre qui se maintient à une température élevée. Dès leur arrivée les premières gouttelettes de liquide s'enflamment. La surpression qui en résulte chasse dans le cylindre les particules encore intactes à travers les canaux d'un brûleur.

On obtient ainsi une pulvérisation très fine du combustible et par suite une combustion rapide.

Une bougie catalytique dont la spirale est portée au rouge par un courant électrique assure la précombustion au moment de la mise en route.

MOTEUR A CHAMBRE D'ACCUMULATION D'AIR.



Moteur à chambre d'accumulation d'air

Fig. 16

La chambre d'accumulation d'air emmagasine une grande partie de l'air comprimé au deuxième temps. Elle communique avec le cylindre par un orifice à proximité duquel se fait l'injection. La température de l'air de la chambre est assez élevée pour provoquer la combustion. Celle-ci est alimentée par l'air provenant de la chambre et se propage dans le reste du gaz.

MOTEUR A INJECTION DIRECTE.

Alors que dans les deux types ci-dessus la pression d'injection était de 80-100 atm., elle sera ici beaucoup plus forte. On réalisera de cette façon un mélange intime des particules d'huile et de l'air.

Certains de ces moteurs sont construits avec deux pistons opposés, ce qui supprime la culasse.

DIESEL A DEUX TEMPS.

Le plus caractéristique de ce type de moteur est celui de la Compagnie Lilloise des moteurs.

Il comprend 1 ou 2 ou 3 cylindres avec balayage des gaz brûlés par écoulement du haut vers le bas.

Chaque cylindre contient deux pistons opposés reliés par 3 bielles à des manetons de vilebrequin calés à 180°. Ainsi, l'un des pistons monte lorsque l'autre descend, et la course est égale à la somme des courses de chaque piston.

Les bielles latérales du piston supérieur de chaque cylindre commandent un troisième piston dit piston de balayage.

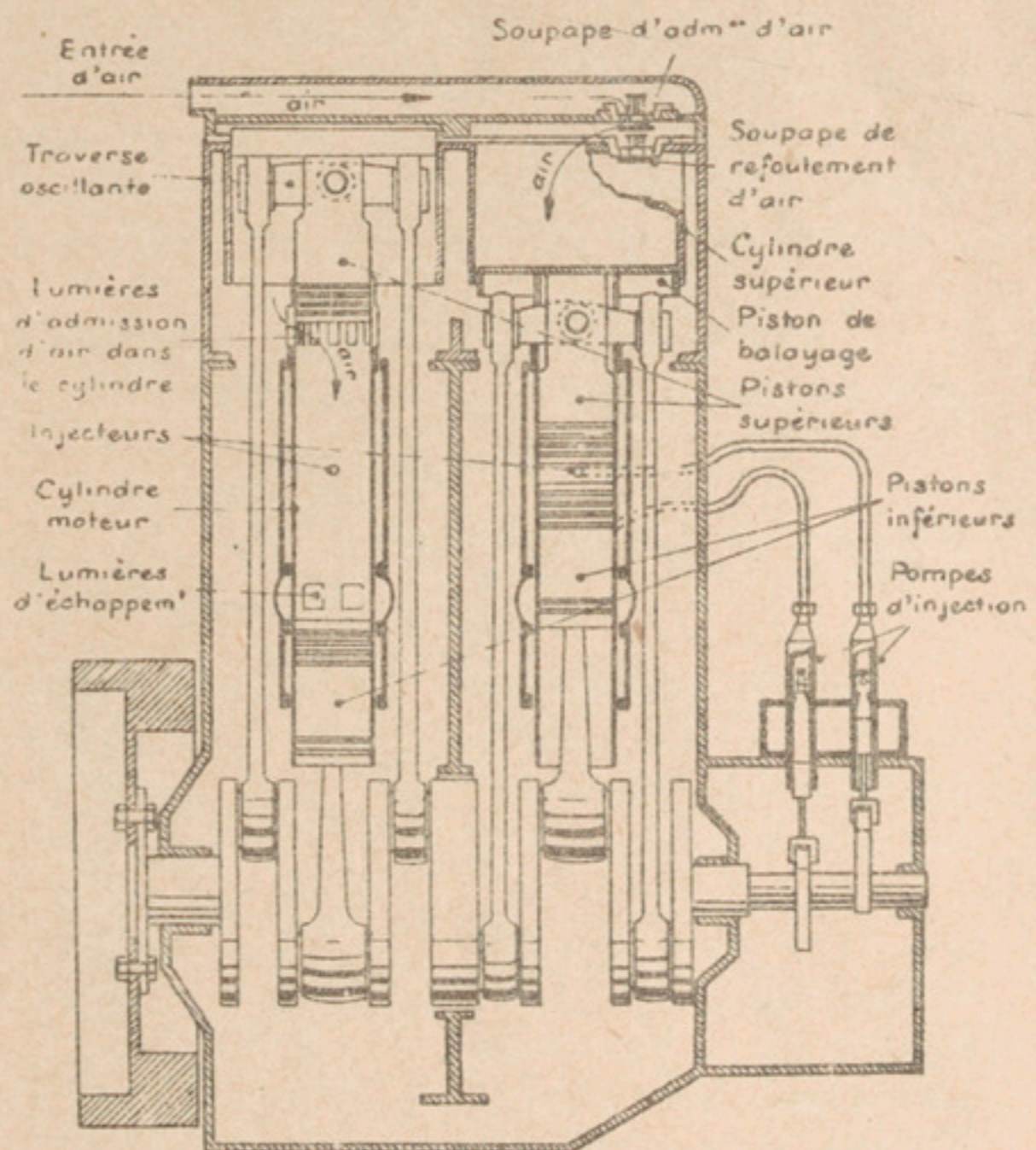


Fig. 17

Le déplacement de celui-ci dans un cylindre supérieur provoque l'aspiration de l'air à travers une soupape automatique et le refoulement de cet air vers le cylindre moteur à travers une seconde soupape automatique.

Le cylindre moteur, constitué par une chemise rapportée, est ouvert à ses deux extrémités; il porte en haut les lumières d'admission et en bas les lumières d'échappement des gaz brûlés.

FONCTIONNEMENT.

1er temps. - Le piston supérieur étant au P.M.H. en même temps que le piston inférieur est au P.M.B. toutes les lumières du cylindre moteur sont découvertes. L'air comprimé dans le cylindre supérieur par le piston de balayage pénètre dans le cylindre moteur à travers les lumières d'admission. Les gaz brûlés de la combustion précédente sont refoulés par la chasse d'air, ils sortent par les lumières d'échappement. Ensuite, les deux pistons se rapprochent simultanément, ils obturent les lumières, compriment l'air et limitent en fin de course le volume de la chambre de combustion.

A ce moment, le combustible est injecté directement dans le cylindre où il s'enflamme spontanément au contact de l'air fortement échauffé par la compression.

Pendant le même temps, le piston de balayage, lié au mouvement du piston supérieur, a provoqué l'admission d'air dans son cylindre.

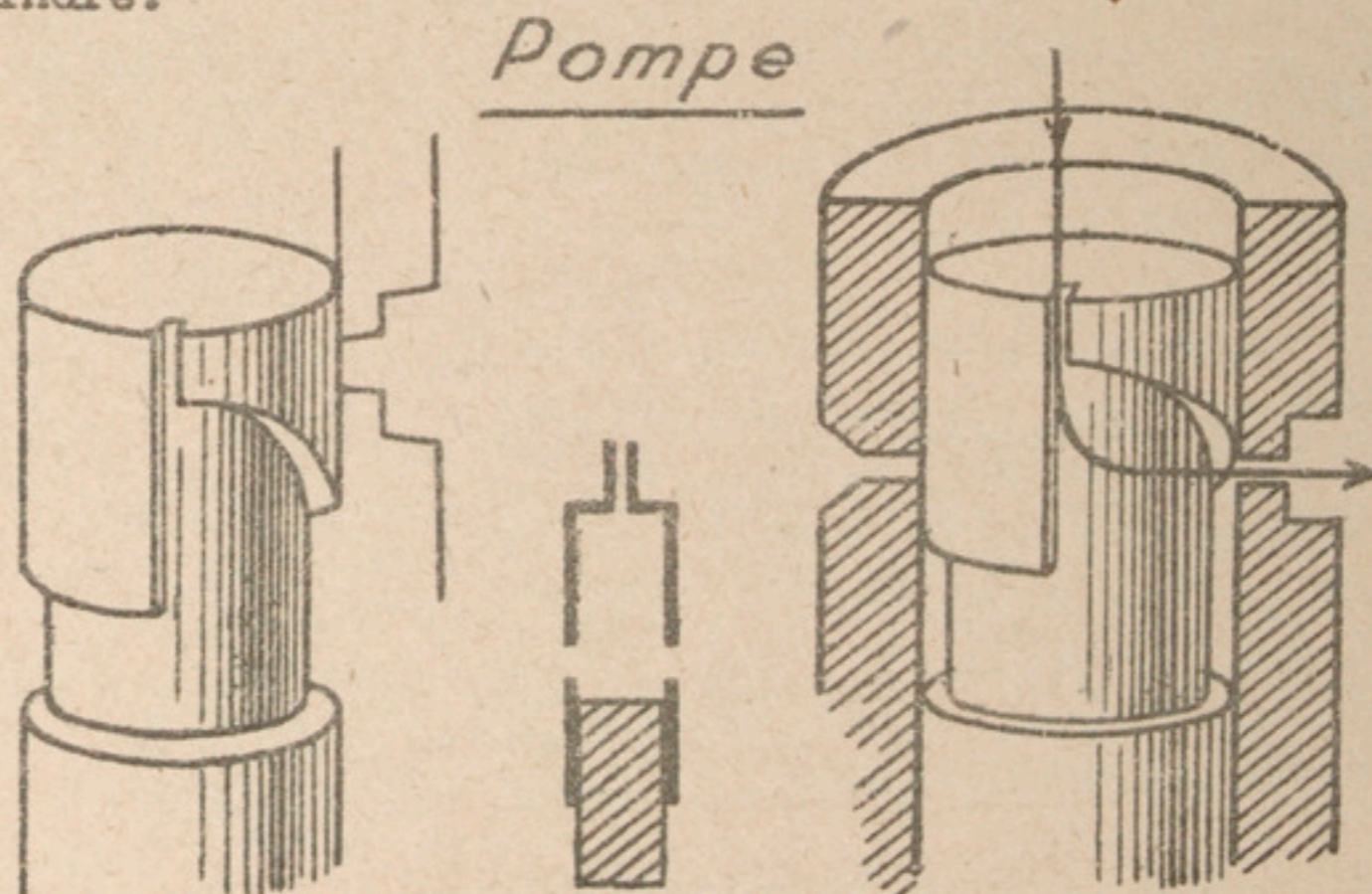
2ème temps. - La détente des gaz écarte violemment les deux pistons l'un de l'autre, ceux-ci agissent sur l'arbre vilebrequin par l'intermédiaire de leurs bielles. En fin de course toutes les lumières sont démasquées, celles d'échappement le sont un peu avant celles d'admission d'air pour éviter le reflux des gaz brûlés à travers ces dernières.

Pendant le même temps, le piston de balayage comprime l'air admis précédemment dans son cylindre.

ORGANES D'ALIMENTATION.

L'alimentation des cylindres en combustion est assurée mécaniquement :

a) - pompe.
C'est une pompe à piston (1). Une came commande, par l'intermédiaire d'un



(1) - Il en existe une par cylindre.

Fig.18

poussoir, le mouvement du piston dans le corps de pompe. Celui-ci communique avec le réservoir par deux orifices O , O_1 que le piston va masquer dans son mouvement ascendant. Le liquide sera alors refoulé au cylindre par la conduite forcée C .

L'étanchéité entre piston et cylindre est assurée par un ajustage parfait.

La course du piston étant fixe, on peut régler le débit de la pompe en faisant tourner le piston sur lui-même. En effet celui-ci possède une rampe hélicoïdale qui démasque l'orifice O_1 à une position plus ou moins avancée de la course. A ce moment l'intérieur de la pompe se trouve en communication avec le réservoir de combustible. Par suite le refoulement sous pression s'arrête.

Les mouvements de rotation des différents pistons sont conjugués. Il suffit, par conséquent, d'une seule commande pour régler la puissance du moteur.

b)- injecteur (fig.12) - Il est constitué par un pointeau ou aiguille qui livre passage à l'huile arrivant sous pression. Un ressort tend à ramener cette aiguille sur son siège et une vis de réglage règle la pression d'ouverture de l'injecteur. Une tige témoin permet de vérifier le fonctionnement pendant la marche.

LES RÉSULTATS.

Les moteurs Diesel d'automobile sont presque deux fois plus lourds (8 kg./CV (1) que les moteurs à essence. Aussi ne sont-ils montés que sur des voitures poids lourds qui n'exigent que de faibles puissances massiques.

Ils permettent l'utilisation de combustibles très variés et ne présentent aucun danger d'incendie. Leur consommation est de l'ordre de 200 gr par CV/H donc inférieure en poids à celle du moteur à essence de 1/4 environ. Etant donné le faible prix du "gaz oil", la dépense d'entretien se trouve être diminuée quand on passe de l'essence à l'huile; aussi l'utilisateur rattrape-t-il très vite la mise de fonds supplémentaire qu'il lui a fallu déboursier pour acheter un camion équipé avec un Diesel au lieu d'un moteur à explosion.

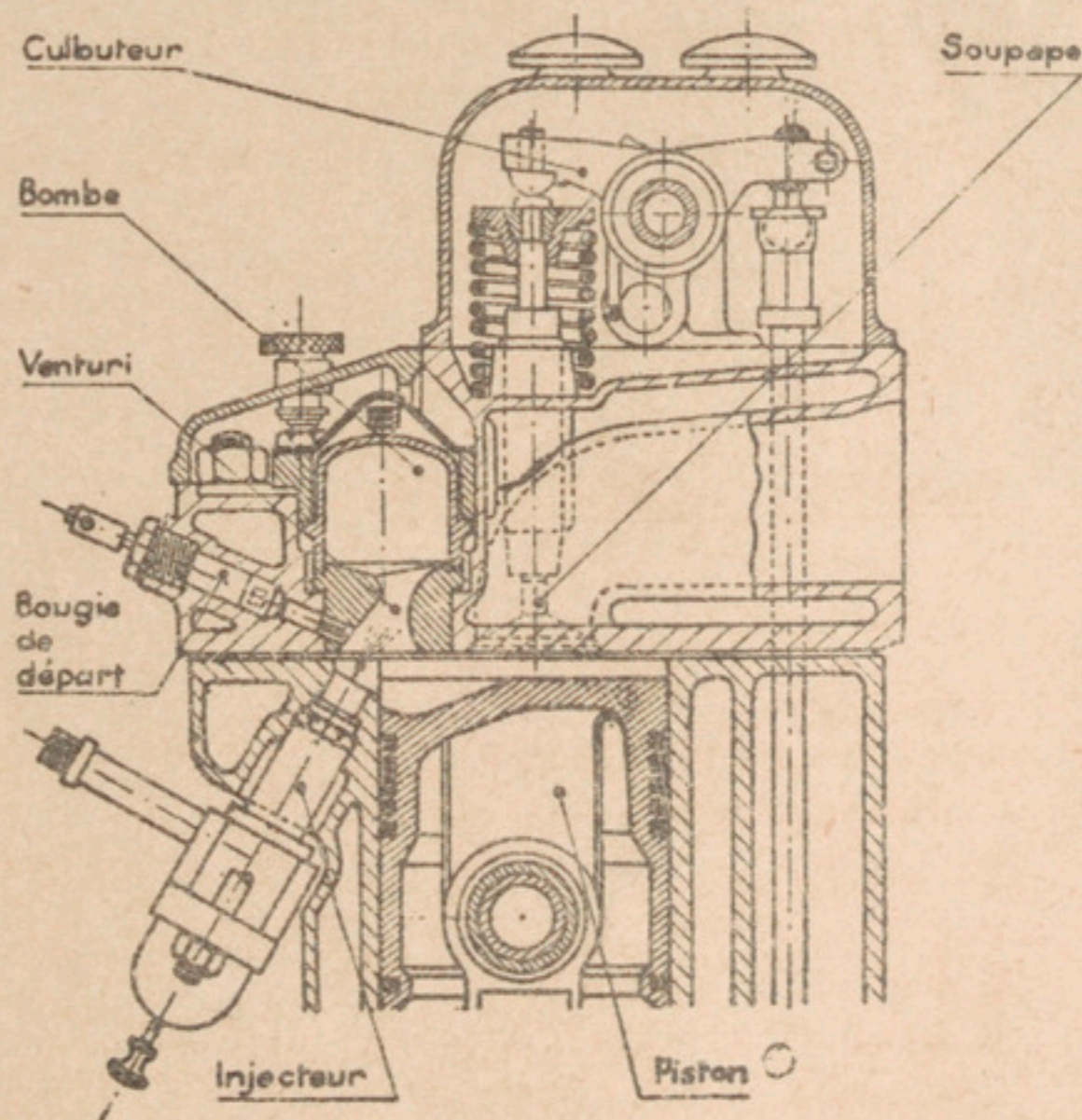


Fig.19

(1)- A signaler que l'on a réalisé des Diesel aviation pesant 1 kg/CV.

Faint, illegible text at the top of the page, possibly a header or title.

Second block of faint, illegible text, appearing as a paragraph.

Third block of faint, illegible text, appearing as a paragraph.

Fourth block of faint, illegible text, appearing as a paragraph.

Fifth block of faint, illegible text, appearing as a paragraph.

Sixth block of faint, illegible text, appearing as a paragraph.

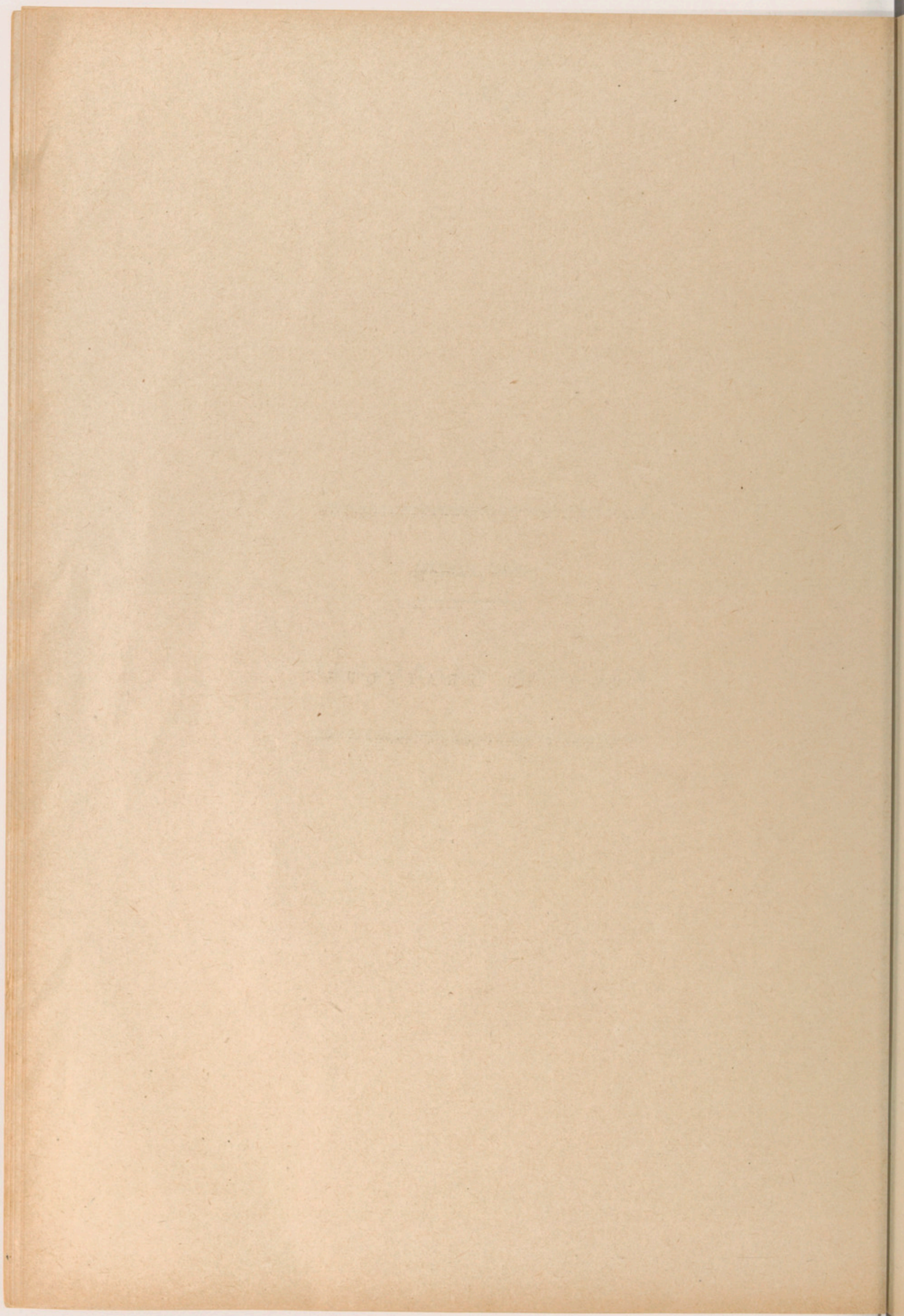
Faint text at the bottom of the page, possibly a footer or page number.

=====

2ème PARTIE

NOTIONS PRATIQUES

=====



NOTIONS PRATIQUES

CHAPITRE I

LA VOITURE AUTOMOBILE

DESCRIPTION SOMMAIRE -

"Automobile" veut dire : qui se déplace par ses propres moyens. La voiture automobile porte donc un moteur susceptible de l'entraîner.

Par moteur il faut entendre toute machine capable de produire du mouvement; c'est toujours la rotation d'un arbre autour de son axe qui constitue le mouvement finalement utilisé.

Il existe des voitures à vapeur et des voitures électriques (à accumulateurs). Mais toutes les voitures actuellement employées dans l'armée (à transmission mécanique ou électrique) sont munies d'un moteur à explosion et feront seules l'objet de ce cours.

Dans tout véhicule automobile, on peut classer les organes de la façon suivante :

1°- Le châssis qui supporte et assemble les différentes parties de la voiture;

2°- Le moteur, avec ses organes annexes, qui fournit la puissance nécessaire au déplacement du véhicule;

3°- Les organes de transmission et de transformation du mouvement disposés entre le moteur et les roues;

4°- Les organes d'utilisation, qui sont les roues, avec leur système de direction, de freinage, de liaison au châssis par la suspension et les organes de poussée et de réaction.

Le moteur utilise la détente consécutive à l'inflammation d'un mélange gazeux combustible. La chaleur due à la combustion est

transformée en mouvement par l'intermédiaire de la dilatation des gaz : le moteur à explosion appartient à la catégorie des moteurs thermiques.

Il comprend essentiellement un ou plusieurs cylindres à l'intérieur de chacun desquels se déplace un piston. Le mouvement rectiligne et alternatif du piston est transformé en mouvement de rotation d'un arbre moteur ou vilebrequin par l'intermédiaire de la bielle; le mouvement de cet arbre est régularisé par un volant.

L'entrée des gaz frais et la sortie des gaz brûlés sont assurées par un système de distribution, généralement constitué par des soupapes commandées au moyen d'un arbre à cames entraîné par le moteur.

Un carter supporte les différents organes du moteur, permet sa fixation au châssis, et sert également de réservoir d'huile.

Le moteur comprend, en outre, des organes annexes qui forment corps avec lui et assurent les rôles suivants :

1°- Carburateur.- Le mélange de carburant (généralement de l'essence) et d'air, qui doit alimenter les cylindres, est fait par un carburateur qui doit le rendre homogène et le doser correctement pour toutes les allures du moteur. Un système d'alimentation assure l'arrivée du carburant au carburateur.

2°- Allumage.- L'inflammation du mélange gazeux est presque toujours obtenue au moyen d'une étincelle électrique à haute tension produite soit par une magnéto, soit par un système d'allumage par batterie. L'appareil d'allumage doit aussi distribuer le courant aux différents cylindres dans l'ordre voulu, et permettre de régler le moment où jaillit l'étincelle à la bougie de chaque cylindre.

3°- Graissage.- Les organes mobiles du moteur doivent être graissés pour fonctionner sans frottements exagérés. Le système de graissage assure la circulation continue de l'huile d'un réservoir dans les différents organes.

4°- Refroidissement.- Il est nécessaire de refroidir les cylindres pour éviter la carbonisation de l'huile de graissage, et l'échauffement exagéré de certaines pièces, comme les soupapes d'échappement. Les parois des cylindres cèdent leur chaleur à l'air extérieur soit directement, soit par l'intermédiaire d'une circulation d'eau qui s'échauffe autour des cylindres et se refroidit dans un radiateur.

Le mouvement du moteur est transmis aux roues par un embrayage, une boîte de vitesse, un renvoi de mouvement à angle droit, un différentiel et des joints mécaniques déformables.

L'embrayage est un dispositif d'accouplement progressif par friction, indispensable pour relier l'arbre moteur, qui tourne, à l'arbre des roues, immobile, au moment du démarrage.

La boîte de vitesses permet de modifier le rapport de démultiplication entre le moteur et les roues suivant la résistance opposée au mouvement de la voiture (charge, pente, état du terrain, etc.).

L'arbre sortant de la boîte de vitesses est perpendiculaire à l'essieu moteur; il faut donc un renvoi de mouvement à angle droit constitué par un couple conique, ou par une vis attaquant une roue tangente.

Le différentiel permet aux deux roues motrices d'un même essieu de tourner à des vitesses différentes dans les virages, tout en recevant chacune la moitié de l'effort moteur.

L'essieu se déplace par rapport au châssis lorsque les ressorts de suspension travaillent : la transmission devra donc être déformable entre la boîte de vitesses et les roues, et comporter soit des chaînes, soit des joints de Cardan simples ou coulissants.

Les roues, à voile métallique ou à rayons de bois ou de métal, sont munies de bandages pleins ou de pneumatiques. Elles sont montées sur les essieux au moyen de roulements à billes. Les roues avant sont orientables au moyen d'un mécanisme de direction commandé par un volant. Les roues arrière sont motrices. Les quatre roues sont freinées; elles sont quelquefois motrices et directrices.

Les essieux sont reliés au châssis par des ressorts de suspension dont les oscillations sont freinées par des amortisseurs.

Tout véhicule automobile doit légalement être muni de deux freins à frottement, indépendants l'un de l'autre, dont l'un agit directement sur les roues, et tous deux capables de l'arrêter.

Enfin le véhicule comporte généralement un équipement électrique chargé d'assurer l'éclairage de la voiture; le démarrage automatique du moteur, et le fonctionnement de l'allumage lorsque celui-ci ne se fait pas par magnéto.

La figure 27 représente un châssis muni de ses organes essentiels.

Figure 27.....

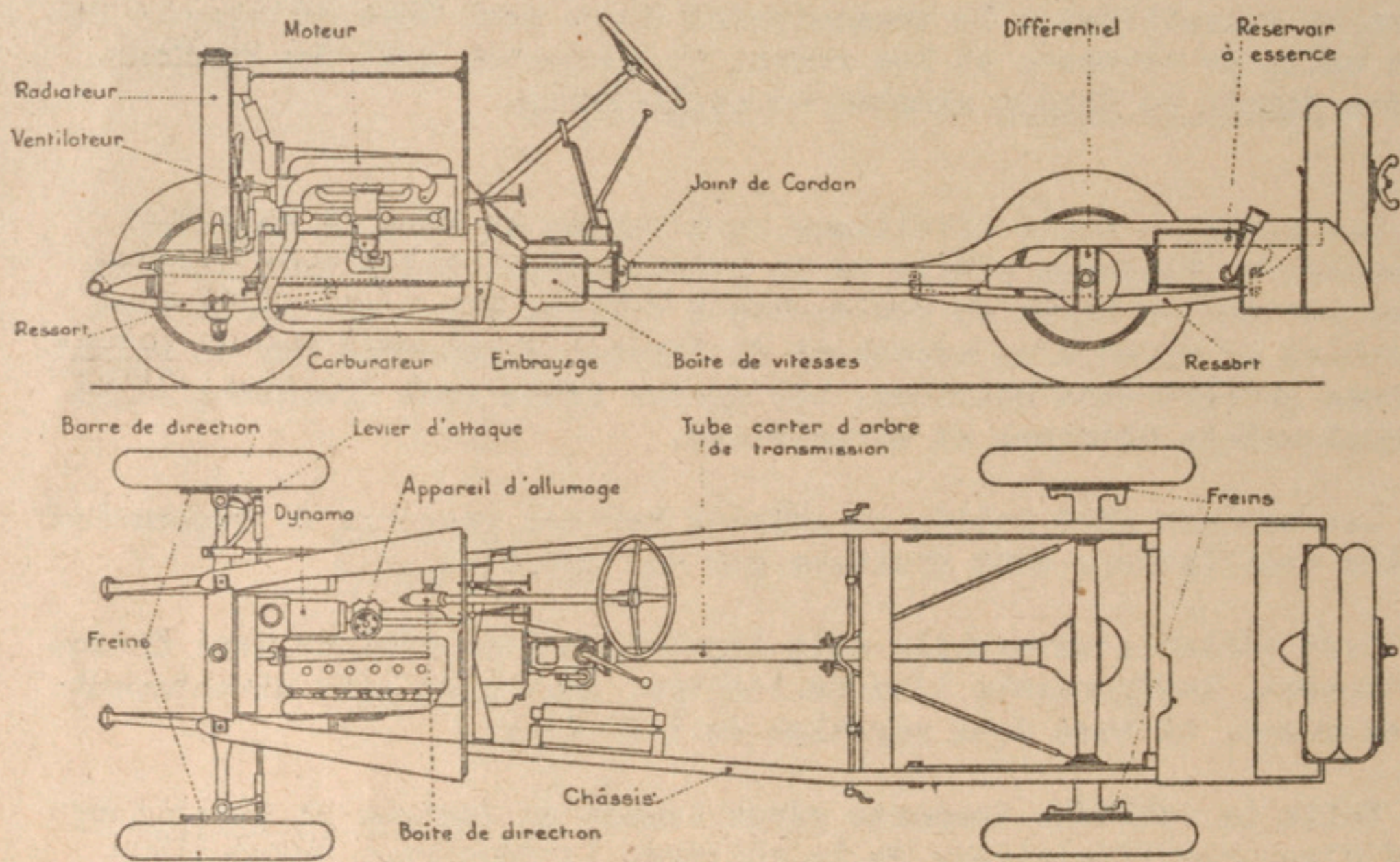


Fig. 27

CHAPITRE II

LE CHÂSSIS

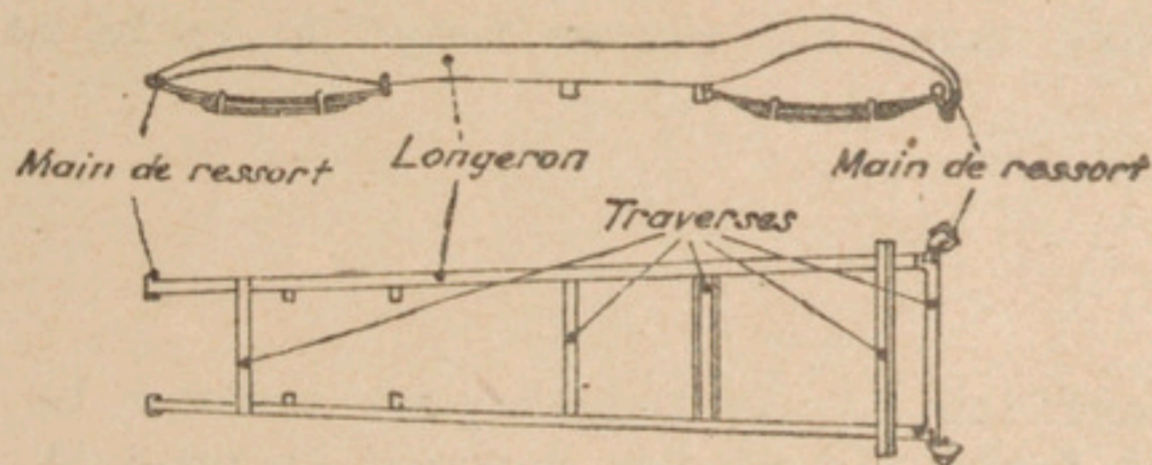
Le châssis est le bâti sur lequel sont fixés tous les organes. Il travaille à la flexion, surtout en son milieu, et, du fait de ses grandes dimensions, se déforme élastiquement pendant la marche.

ORGANISATION.

Le châssis comprend deux longerons réunis par un certain nombre de traverses assemblées par rivetage. Il est généralement construit en tôle d'acier emboutie en forme d'U ouvert ou fermé. Les longerons sont à hauteur décroissante du milieu aux extrémités (forme en fuseau). Ils sont fréquemment rétrécit à l'avant, ou de forme trapézoïdale, pour faciliter le braquage des roues, et surélevés à l'arrière pour permettre un débattement suffisant de l'essieu (fig. 28).

FIXATION DES ORGANES.

Le moteur peut être fixé directement aux longerons par quatre pattes faisant partie de son carter; pour éviter la fatigue due aux déformations du châssis et la transmission réciproque des vibrations, on peut remplacer les pattes avant ou arrière par une rotule fixée sur une traverse, ou interposer entre elles et le châssis des plaques élastiques en caoutchouc, ou enfin adopter des montages spéciaux dits antivibrateurs (moteur flottant, silentblocs, etc.), le moteur étant dans ce cas fixé au châssis par 2 ou 3 points seulement.



[Longeron (coupe)

Fig. 28 - Châssis trapézoïdal

Les longerons portent les attaches de ressorts. Dans le cas de la suspension classique à ressorts droits, le ressort avant est sous le longeron, et relié d'un côté à une main de ressort et de l'autre à une jumelle rivée au longeron (voir fig. 28). Le ressort arrière est monté d'une manière analogue, mais latéralement.

La boîte de direction est fixée à l'un des longerons. Enfin la carrosserie porte quelquefois deux brancards longitudinaux en bois que l'on boulonne sur les longerons en trois ou quatre points. Plus généralement elle est fixée directement aux longerons.

CHAPITRE III

LE MOTEUR

CYCLE A QUATRE TEMPS

RÉGLAGE DE LA DISTRIBUTION

On appelle cycle l'ensemble des opérations au bout desquelles le moteur se retrouve dans l'état initial et prêt à les recommencer. Ces opérations comprennent l'introduction du mélange, sa compression, son inflammation provoquant la détente motrice, et son expulsion.

La plupart des moteurs utilisés fonctionnent suivant le cycle à quatre temps ou cycle Beau de Rochas, du nom de son créateur.

CYCLE A QUATRE TEMPS.

Soit un moteur schématique (fig.29) constitué par un cylindre muni de deux orifices A et E, et par un piston P relié à un arbre moteur O par une bielle B M articulée sur une manivelle O M. Le piston se déplace entre deux positions extrêmes dites : point mort haut et point mort bas, et une course du piston d'un point mort à l'autre correspond à un demi-tour de l'arbre moteur.

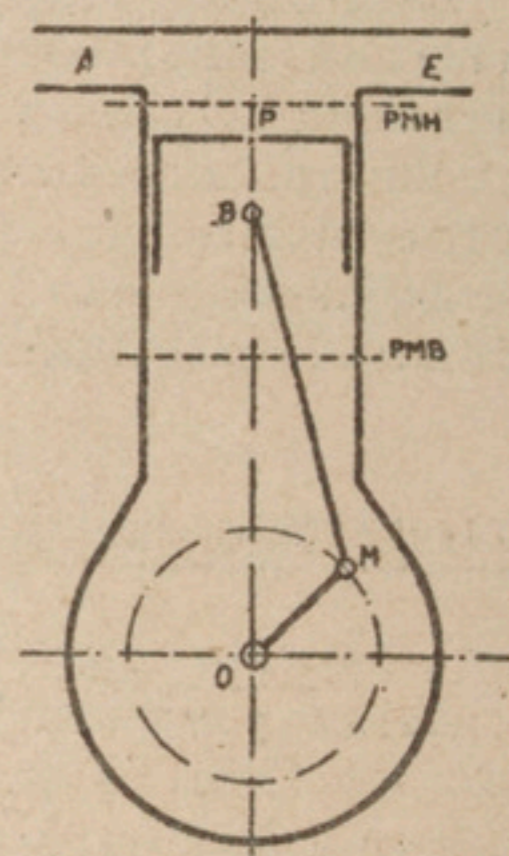


Fig.29 - Coupe d'un moteur schématique

Le piston étant au point mort haut, les quatre temps du cycle se succèdent dans l'ordre suivant :

Premier Temps :

Admission (fig.30, I).- L'orifice A, par lequel peut arriver le mélange gazeux, est ouvert; E est fermé. Le piston descend et produit un abaissement de pression ou dépression qui aspire les gaz frais par A.

Deuxième Temps :

Compression (fig.30, II).- A et E sont fermés. Le piston remonte et comprime les gaz dans la chambre de compression située au sommet du

cylindre. Cette compression (7 à 8 kg.) améliore beaucoup le rendement du moteur.

Troisième Temps :

Explosion et détente (fig.30, III).- A et E restent fermés.

Au moment où le piston arrive au point mort haut, une étincelle électrique enflamme le mélange comprimé. La température qui en résulte (1.500 à 1.800°) détermine une forte élévation de pression (30 à 35 kg.) qui chasse violemment le piston vers le bas : c'est la détente motrice, qui continue, en principe, jusqu'au point mort bas.

Quatrième Temps :

Echappement (fig.30, IV).- L'orifice E est ouvert. Les gaz brûlés se détendent brusquement de leur pression résiduelle (environ 4 kg.) à la pression atmosphérique, puis le piston remonte et continue l'expulsion des gaz par E, jusqu'au point mort haut.

Chaque temps du cycle correspond à une course du piston; le cycle complet exige deux tours de l'arbre moteur.

Les deux premiers temps du cycle sont résistants; il faudra donc lancer le moteur à la manivelle ou au démarreur pour obtenir la première explosion.

De plus, sur les quatre temps, un seul est moteur; il sera nécessaire de caler sur l'arbre un volant destiné à régulariser le mouvement du moteur, en l'empêchant de caler sur un temps résistant et au passage des points morts.

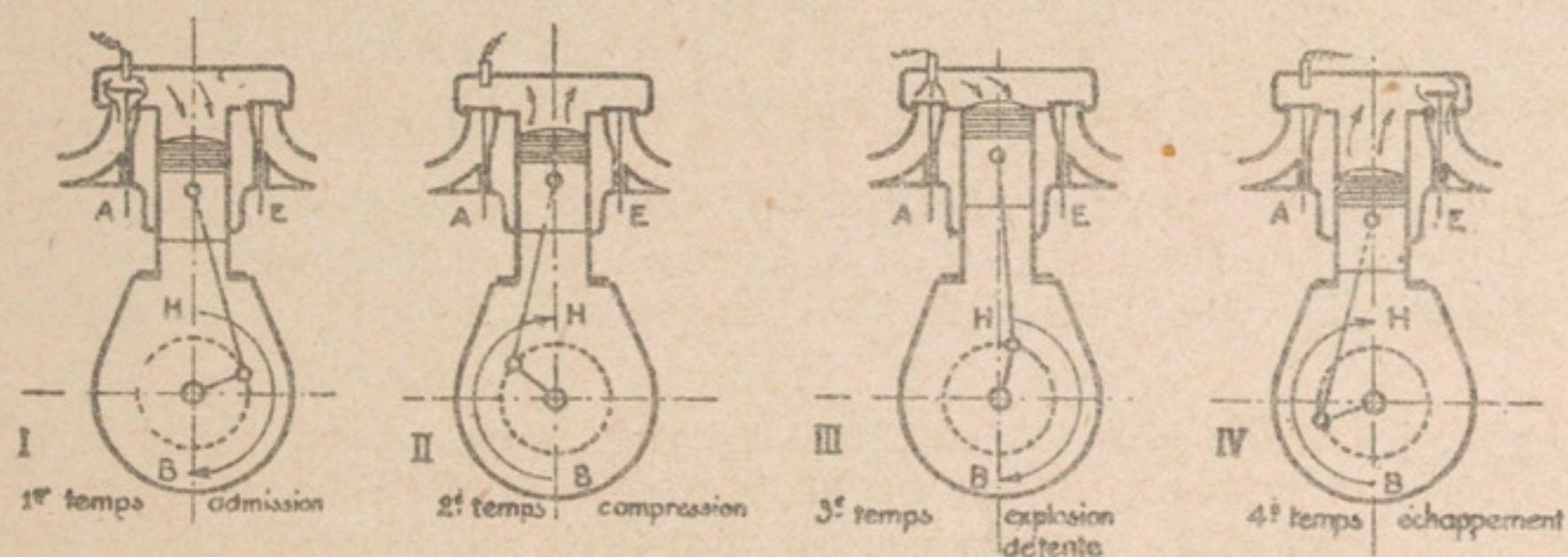


Fig.30 - Cycle à quatre temps.

CHAPITRE IV

LE MOTEUR

ORGANES MOBILES

Les organes mobiles du moteur proprement dit sont : le piston, la bielle, le vilebrequin et le volant.

PISTON.

Le piston reçoit la poussée des gaz qui le chasse dans le cylindre : il doit transmettre cette poussée à la bielle, se guider lui-même, et former joint étanche avec les parois du cylindre. La bielle étant oblique pendant toute la détente, la poussée verticale F des gaz donne lieu à une composante latérale F_2 (fig. 31) qui appuie le piston sur les flancs du cylindre et nécessite un grais-sage soigné.

Le mouvement alternatif du piston et de la partie de bielle qui lui est rattachée développe des forces d'inertie considérables. A grande vitesse, il y a toujours intérêt à les réduire en allégeant ces organes.

Actuellement les moteurs de la plupart des voitures sont munis de pistons en alliage à base d'aluminium, ou de magnésium, métaux légers et bons conducteurs de la chaleur.

La forme du piston est celle d'un dé ouvert à la base (Fig. 32). Le fond est plat, ce qui donne la surface minimum de contact avec les gaz chauds, ou légèrement bombé pour augmenter la résistance à l'explosion.

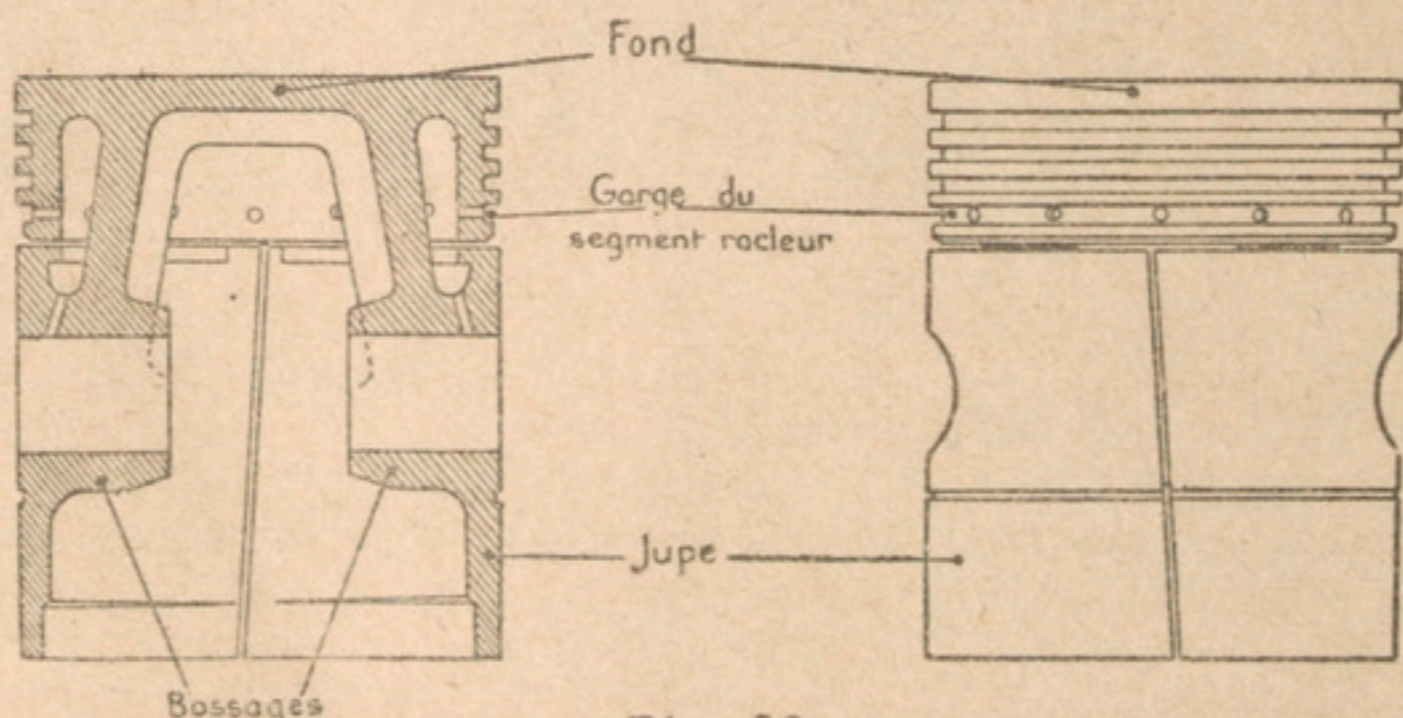


Fig. 32

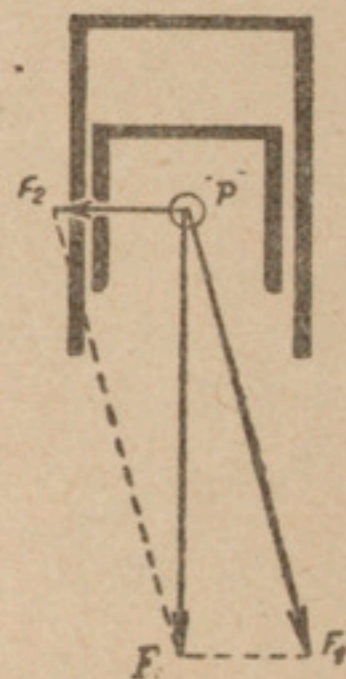
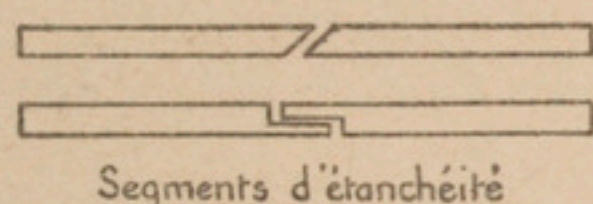
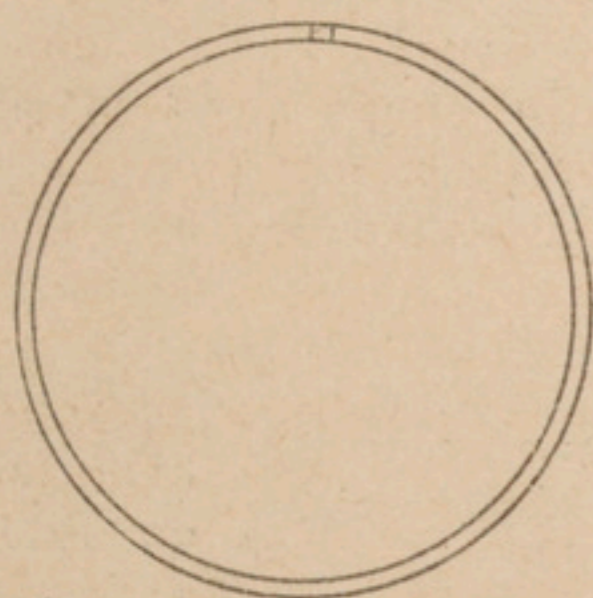


Fig. 31

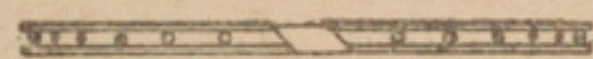
Le piston est légèrement tronconique, l'échauffement variable suivant les régions donnant lieu à des dilatations inégales, surtout pour les alliages d'aluminium; il en résulte qu'il n'est pas ajusté dans le cylindre, au moins à

froid. L'étanchéité ne pourra donc être réalisée que par des segments.

Les jeux importants qui en résultent déterminent un bruit particulier, le claquement de piston, assez prononcé avec des alliages légers, mais qui disparaît au bout de quelques minutes de fonctionnement. Pour éviter ce bruit, on sépare actuellement la partie supérieure portant les organes d'étanchéité de la partie inférieure (jupe du piston) assurant le guidage (fig. 32).



Segments d'étanchéité



Segment racleur d'huile

Le piston porte des gorges circulaires qui reçoivent des segments fendus en sifflet, ou en Z (fig. 33), faits en fonte douce. Ces segments sont découpés dans des cylindres creux d'un diamètre un peu supérieur à celui du cylindre dont ils doivent assurer l'étanchéité, de manière à former ressort contre les parois de ce cylindre. Ils doivent pouvoir s'effacer complètement dans leur gorge, pour laisser le piston porter lui-même par une surface suffisante. Leur jeu en hauteur dans cette gorge est très faible; rarement des ergots immobilisent les fentes dans des orientations différentes.

Fig. 33 - Segments

Il y a deux, trois, ou quatre segments d'étanchéité, et un segment racleur d'huile placé en différents endroits suivant les constructeurs.

AXE DE PISTON

L'axe du piston peut être fixé soit à la bielle, soit au piston. Dans ce dernier cas, l'axe en acier est monté à frottement dur dans des bossages venus de fonderie avec le piston et forés; il doit être fixé très soigneusement car son déplacement pourrait produire du jeu aux bossages et surtout rayer le cylindre.

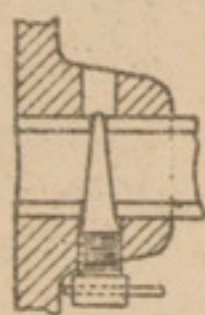


Fig. 34

Fixation par vis-goupille conique.

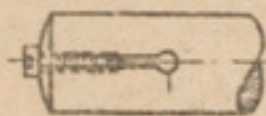


Fig. 35

Axe fendu.

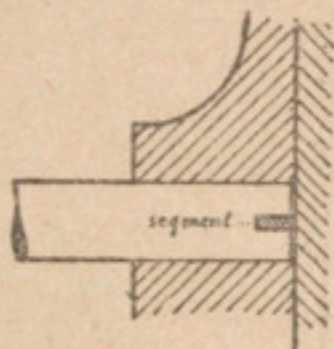


Fig. 36

Axe fixé par segment.

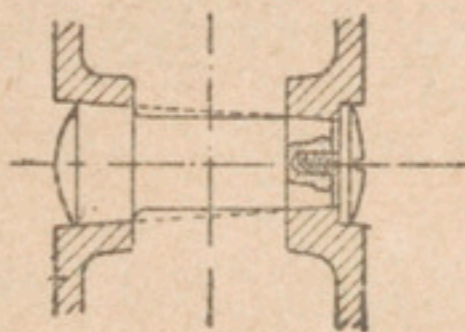


Fig. 37

Axe à double portée conique.

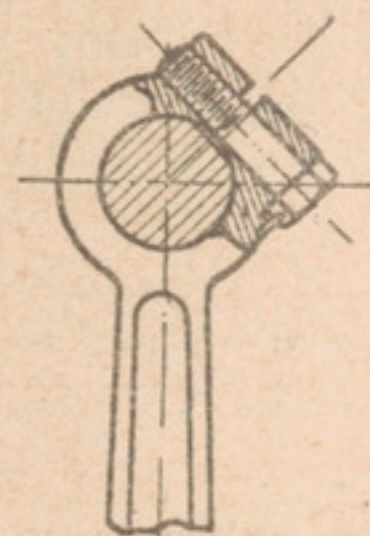


Fig. 38

Pied de bielle.

Quelquefois l'axe est fixé au pied de bielle et tourillonne alors dans les bossages avec ou sans bagues de bronze (Fig. 38).

La bielle est généralement en acier à haute résistance, elle a

Fig.39 - Section du corps de Bielles

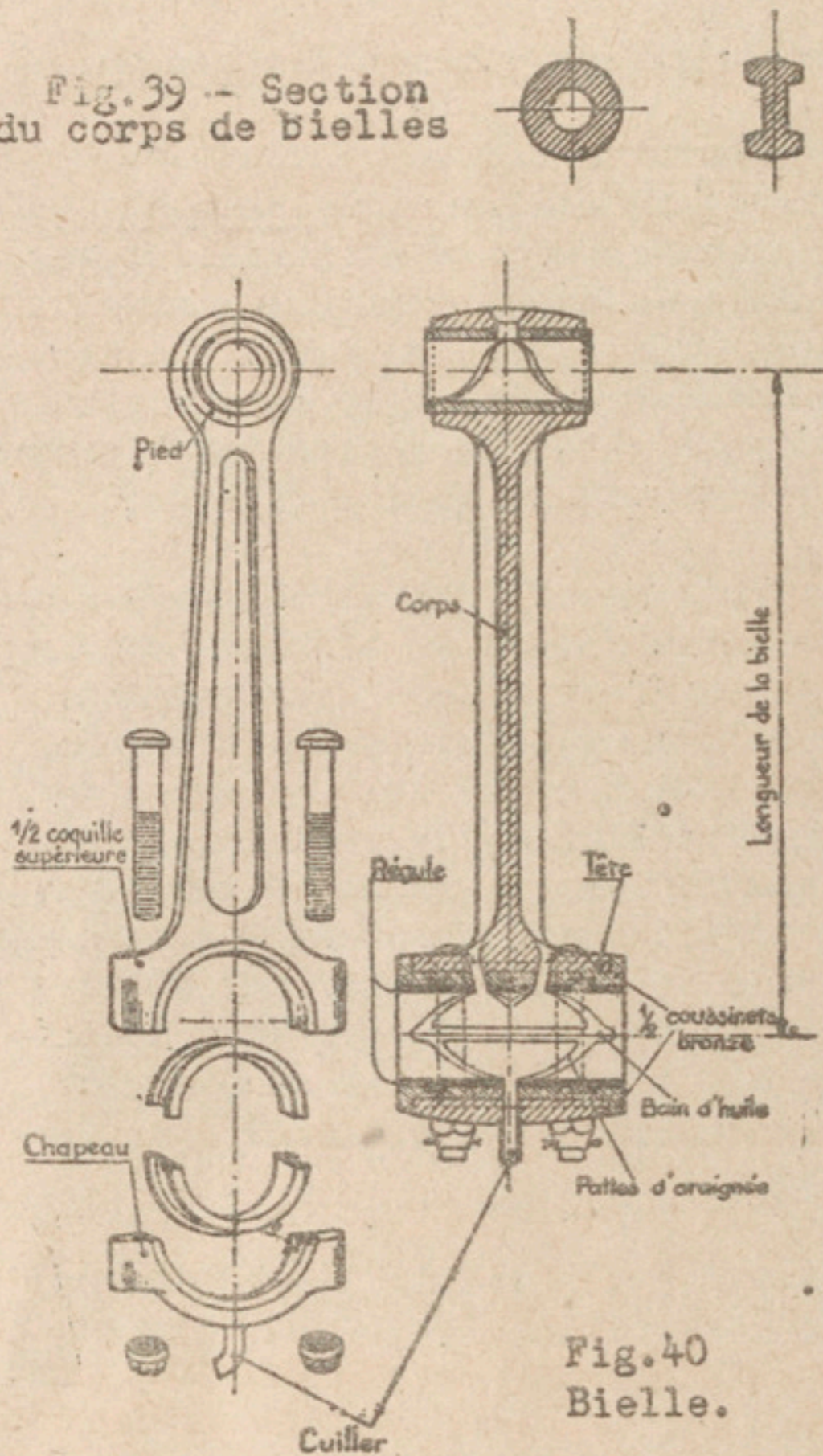


Fig.40 Bielle.

une longueur d'environ deux fois la course du piston. La section du corps de bielle est en double T, ou tubulaire (fig.39). Le corps est conique et augmente régulièrement d'épaisseur du piston au vilebrequin (fig.40).

Le pied de bielle est articulé sur le piston. Si l'axe est fixé au piston, il tourillonne dans un oeil forgé en bout du corps de bielle, et le plus souvent bagué en bronze. Sinon, l'oeil est fendu et forme collier de serrage pour l'axe (fig.38).

La tête de bielle tourillonne sur le vilebrequin. Une tête de bielle à frottement lisse est généralement en deux parties : l'une, la demi-coquille, est venue de forge avec le corps; l'autre, appelée le chapeau, est rapportée par des boulons à écrous soigneusement freinés (fig.40). Deux demi-coussinets en bronze sont emboîtés dans la demi-coquille et le chapeau; ils sont presque toujours réglés, c'est-à-dire garnis, après étamage, de

métal antifriction dont le rôle est double : adoucir le frottement et fondre en cas d'insuffisance de graissage (vers 400°). Le jeu qui se produit amène de violents cognements; le conducteur doit aussitôt arrêter son moteur. Sans régule, il se produit un grippage subit pouvant donner lieu à de graves détériorations.

Dans la construction moderne, on coule directement le régule à l'intérieur de la demi-coquille et du chapeau, sans interposition de demi-coussinets en bronze.

VILEBREQUIN.

Le vilebrequin ou arbre coudé, tourne sur ses tourillons (1) reposant sur les paliers du carter, et reçoit son mouvement des bielles articulées sur ses manetons. Des bras de manivelle relient les tourillons aux

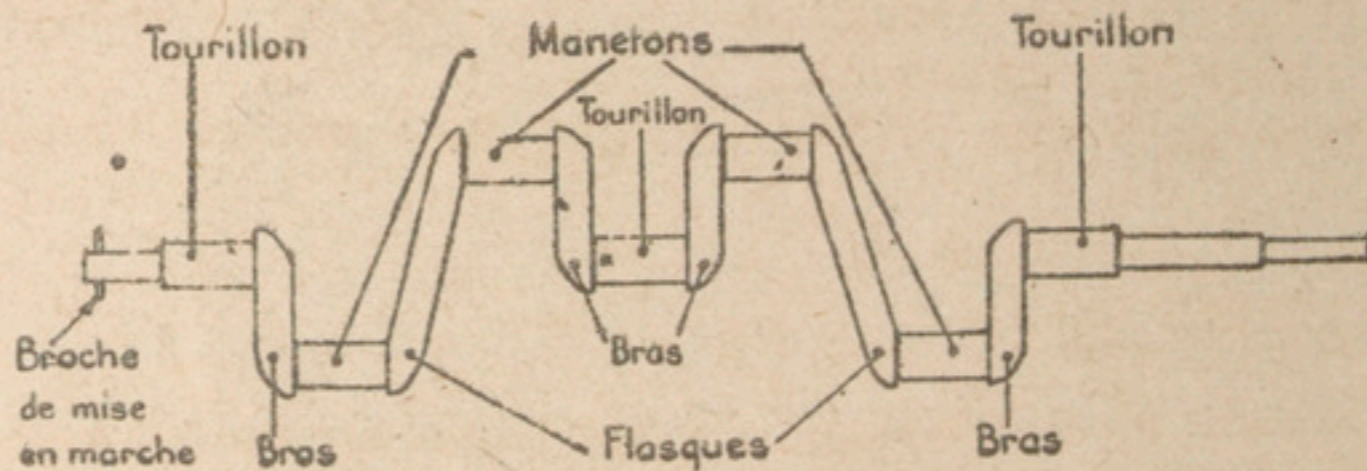


Fig.41 - Vilebrequin.

(1)- On emploie dans le langage courant indifféremment les termes tourillons, portées, et parfois improprement paliers.

manetons et des flasques relie les manetons entre eux. Le vilebrequin porte : à l'avant, une broche, ou une dent de loup de lancement du moteur, et des pignons, ou poulies de commande d'organes annexes; à l'arrière, un dispositif de fixation du volant (plateau ou cône) (fig.41).

Le vilebrequin travaille à la flexion entre paliers et à la torsion autour de son axe de rotation. Chacun de ses efforts peut donner lieu à des vibrations marquées.

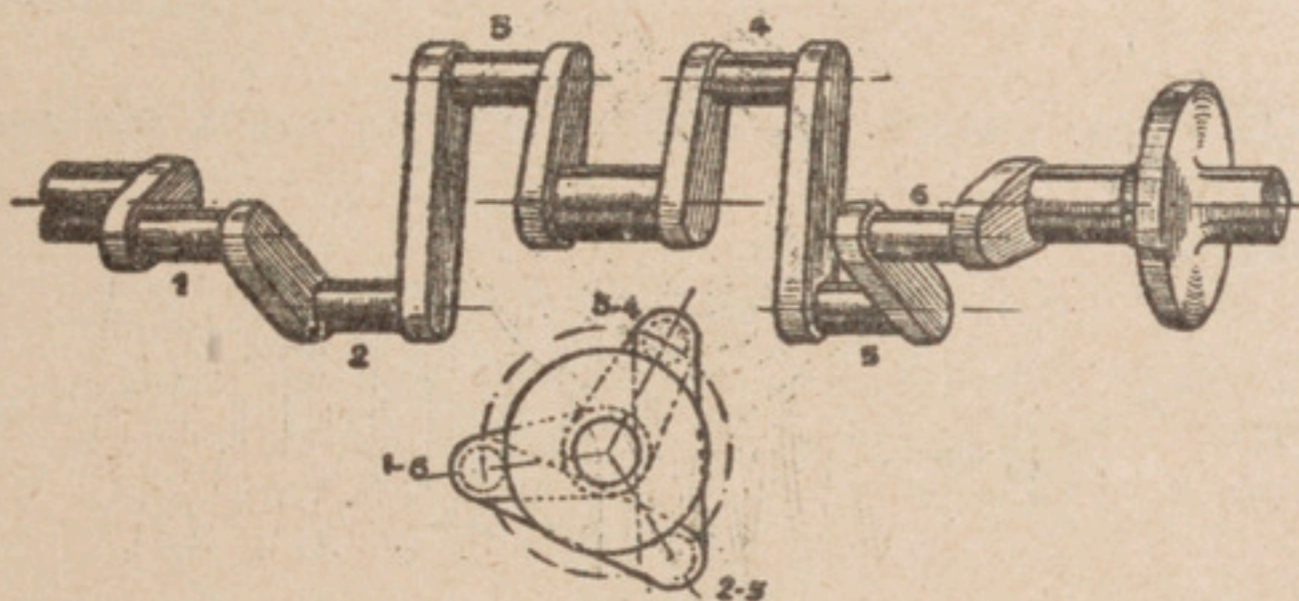


Fig.42 - Vilebrequin d'un moteur à six cylindres.

MANIVELLE DE LANCEMENT DU MOTEUR.

L'arbre de la manivelle est écarté normalement du vilebrequin par un ressort (fig.43). Une pression en bout sur celle-ci engrène sa dent de loup sur celle du vilebrequin et l'entraînement se fait dans le sens de la marche du moteur. Celui-ci, lorsqu'il part, dégage automatiquement la dent de loup, sauf évidemment dans le cas du départ à contre-sens par excès d'avance à l'allumage (retour de manivelle).

Le passage de la compression, assez dur sur certains moteurs peut être facilité par l'emploi de décompresseurs qui laissent

échapper une partie des gaz au deuxième temps (tracteurs, motocyclettes).

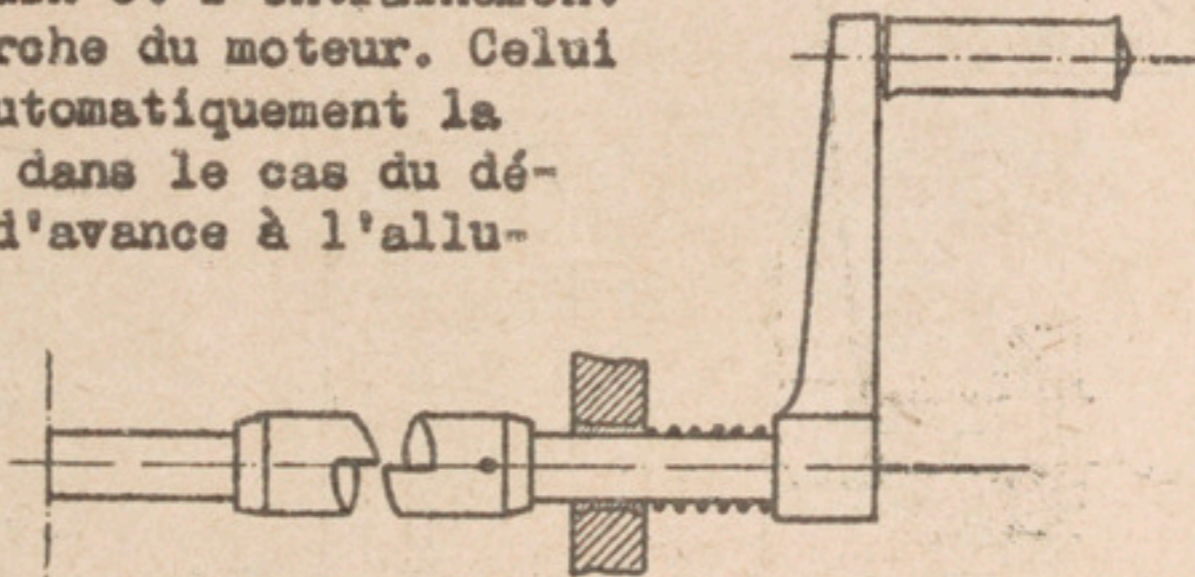
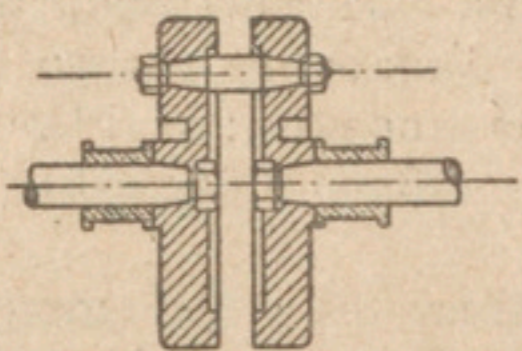


Fig.43 - Manivelle de lancement du moteur.

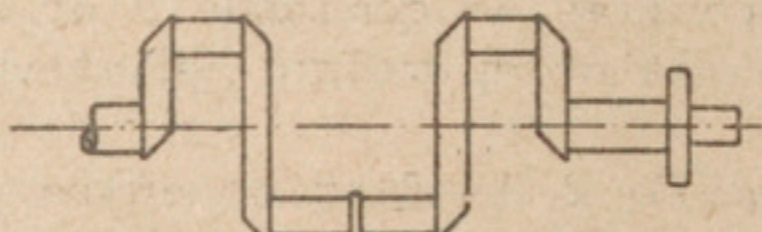
TOURILLONS.

Un vilebrequin a toujours au moins deux tourillons soutenus par les paliers du carter : il peut en avoir au plus autant que de manetons plus un. Plus il y a de tourillons, mieux le vilebrequin est soutenu et moins il vibre. Mais sa longueur augmente ainsi que l'écartement des cylindres et le poids du moteur. L'ajustage de la ligne des paliers devient très délicat et les vibrations de torsion nécessitent l'utilisation d'un appareil spécial pour les freiner (dampers).



Monocylindre.

Fig. 44



4 cylindres - 2 tourillons.

Fig. 45

Un vilebrequin de moteur monocylindre est réalisé par l'assemblage de deux volants au moyen d'un axe constituant le maneton. Chaque volant est calé sur un demi-arbre tournant dans un palier (fig. 44).

Un vilebrequin pour quatre cylindres repose sur deux paliers (moteurs de faible puissance), ou sur trois, ou cinq paliers (moteurs de puissance élevée). Un vilebrequin pour six cylindres repose sur au moins trois, souvent quatre et parfois sept paliers (fig. 46); dans ce dernier cas, certains paliers intermédiaires sont moins larges et servent surtout à limiter les vibrations du vilebrequin.

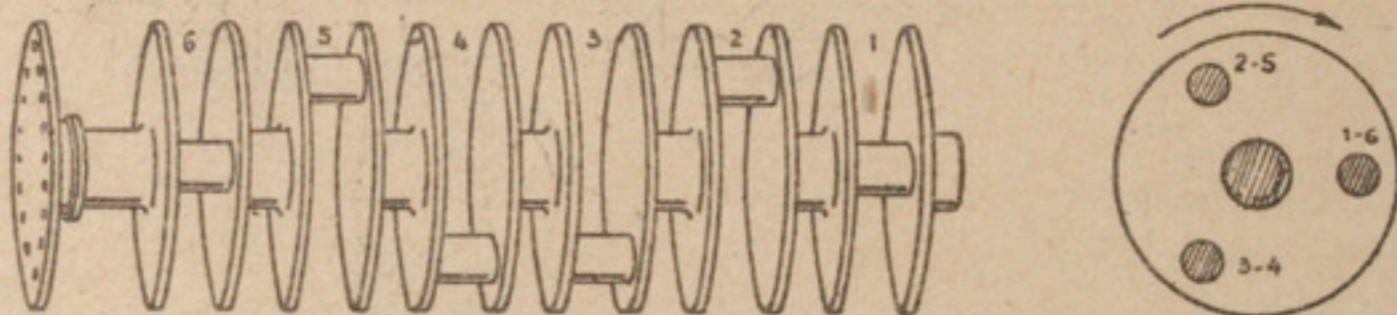
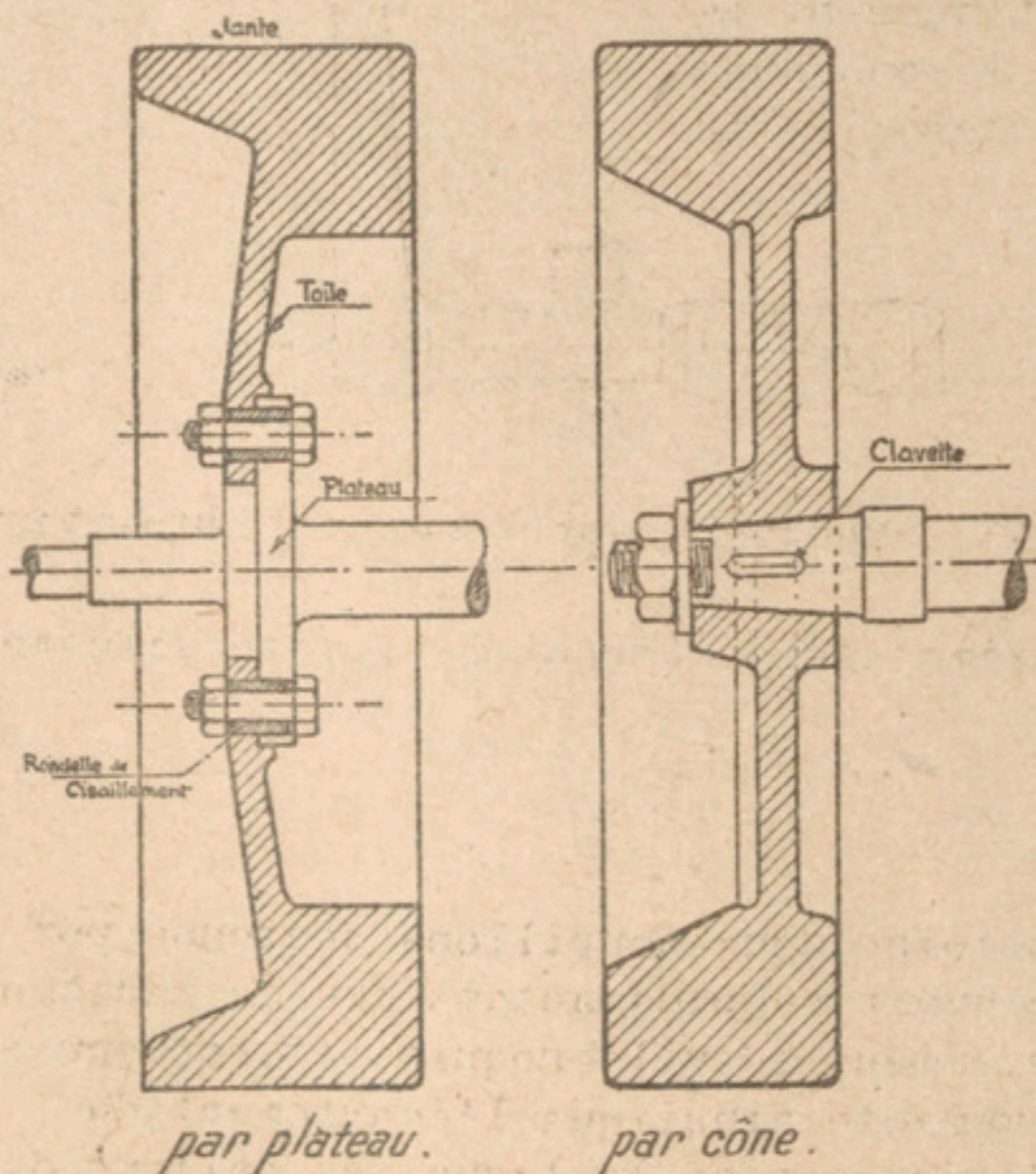


Fig. 46

Les paliers sont garnis de demi-coussinets en bronze régulés ou non; parfois ils portent des roulements à billes.

LE VOLANT.



par plateau.

par cône.

Fig. 47 - Fixation du volant.

Le volant sert à régulariser le mouvement du moteur. Son importance diminue avec le nombre des cylindres. Il travaille à l'éclatement par force centrifuge, et au cisaillement par rapport au vilebrequin.

Autrefois en fonte, il est maintenant en acier, ce dernier supportant des vitesses circumférentielles plus élevées.

Le volant comprend une jante massive reliée au moyeu par une toile n'ayant qu'un rôle de soutien. La fixation sur le vilebrequin se fait par cône, ou par plateau.

Par cône : l'extrémité du

vilebrequin qui est conique s'emboîte dans l'œil conique du moyeu ce qui assure le centrage. L'assemblage est maintenu serré par un écrou freiné, et l'entraînement obtenu par une clavette.

Par plateau : un plateau venu de forge avec le vilebrequin s'emboîte dans un logement tourné dans le moyeu, ce qui assure le centrage. Le serrage est fait par des boulons traversant plateau et moyeu, et l'entraînement réalisé par des clavettes ou rondelles de cisaillement (fig. 47).

CHAPITRE V

LE MOTEUR.

ORGANES FIXES.

Les organes fixes du moteur sont : le cylindre et le carter.

LE CYLINDRE.

Le cylindre forme chambre d'explosion pour les gaz et doit guider le mouvement du piston. Il travaille à l'expansion et doit être refroidi.

Il est construit généralement en fonte et exceptionnellement en acier. La fonte est lourde, mais facile à couler et peu sujette au grippage. Les cylindres en acier, coûteux mais légers, sont emboutis et finis au tour. Une solution moderne, rare parce que coûteuse, consiste à couler le cylindre en alliages légers et à le chemiser d'acier à l'intérieur.

Lorsque le demi-carter supérieur n'est pas venu de fonderie avec les cylindres, la partie cylindrique est terminée par une embase de fixation sur le carter et fraisée de ce côté pour faciliter l'emboîtement des segments. Son diamètre est l'alésage; sa hauteur dépend de la course ou distance entre les deux points morts du piston (fig.48).

La culasse contient la chambre de compression, dite aussi chambre de combustion, ou volume occupé par les gaz quand le piston est au P. M. H. Le cylindre porte les orifices d'entrée et de sortie des gaz différemment placés suivant les constructeurs (voir distribution), les orifices destinés à recevoir les organes d'allumage et éventuellement de décompression. La culasse peut être venue de fonderie avec la partie cylindrique, mais elle est en général rapportée au moyen de boulons avec interposition d'un joint métalloplastique (cuivre et amiante).

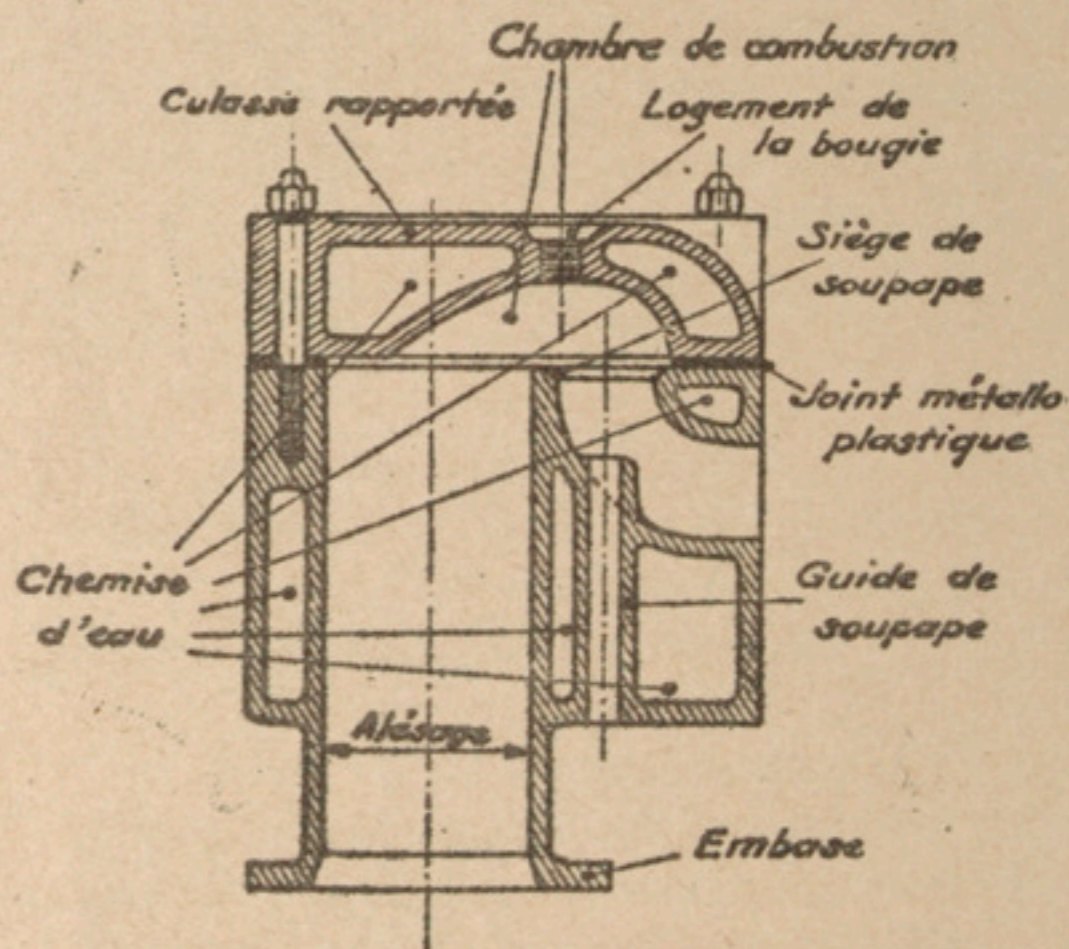


Fig.48 - Coupe d'un cylindre.

Le cylindre comporte aussi des guides de soupapes venus de fonderie ou rapportés. Il est refroidi, ainsi que la culasse, par des ailettes venues de fonderie ou rapportées, ou par une chemise d'eau (voir Refroidissement).

Le taux de compression du cylindre est le rapport entre les volumes maximum et minimum occupés par les gaz lorsque le piston passe du P.M.B. au P.M.H. La pression effective en fin de compression est supérieure à la valeur du taux, en raison de l'échauffement des gaz.

La cylindrée est le volume balayé par le piston entre ses deux points morts (moteur monocylindre), ou la somme des cylindrées partielles (moteur polycylindre).

GROUPEMENT DES CYLINDRES.

Les cylindres d'un moteur peuvent être usinés séparément ou coulés par blocs de deux. Les moteurs actuels, à cylindre en ligne, sont presque tous monoblocs. Cette disposition diminue le poids, l'encombrement, le nombre des joints de gaz et d'eau, et raccourcit le vilebrequin (fig. 49). Les moteurs six ou huit cylindres (en ligne) étaient autrefois souvent en deux blocs. Actuellement les progrès de la métallurgie permettent de faire des six et même des huit cylindres en ligne monoblocs.

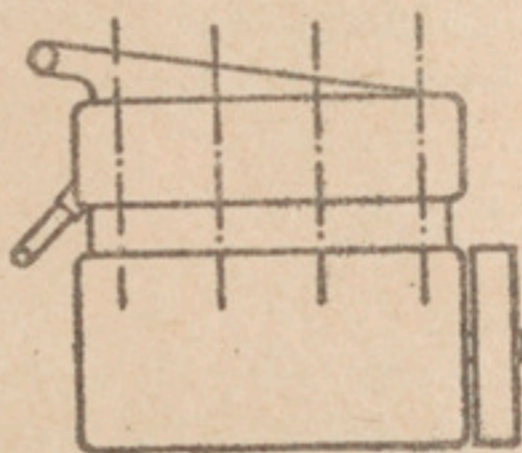


Fig. 49 - Quatre cylindres monobloc.

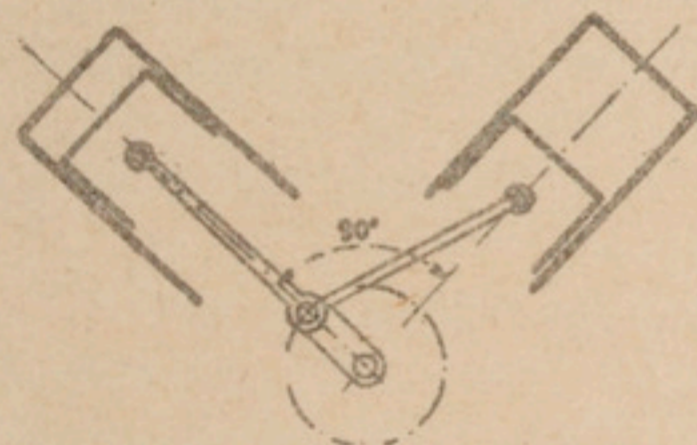


fig. 50
Moteur en V.

A partir de huit cylindres le moteur peut être en V; chaque maneton du vilebrequin portant deux bielles à tête spéciale correspondant à deux cylindres inclinés symétriquement par rapport à la verticale. Un huit cylindres en V comporte deux groupes de quatre cylindres formant un V le plus souvent ouvert à 90° (fig. 50).

LE CARTER.

Le carter sert d'enveloppe étanche aux organes mobiles, supporte les paliers et les cylindres, et permet la fixation du moteur au châssis. Il doit présenter, malgré ses dimensions, une grande résistance à la déformation.

Il est coulé en alliage d'aluminium ou en fonte.

Le carter est généralement coupé par un joint dans le plan horizontal contenant l'axe du vilebrequin (fig. 51). Si sa partie supérieure vient de fonderie avec les cylindres, il est quelquefois fermé à sa partie inférieure par une plaque en tôle d'acier qui ne porte aucun organe essentiel (fig. 52).

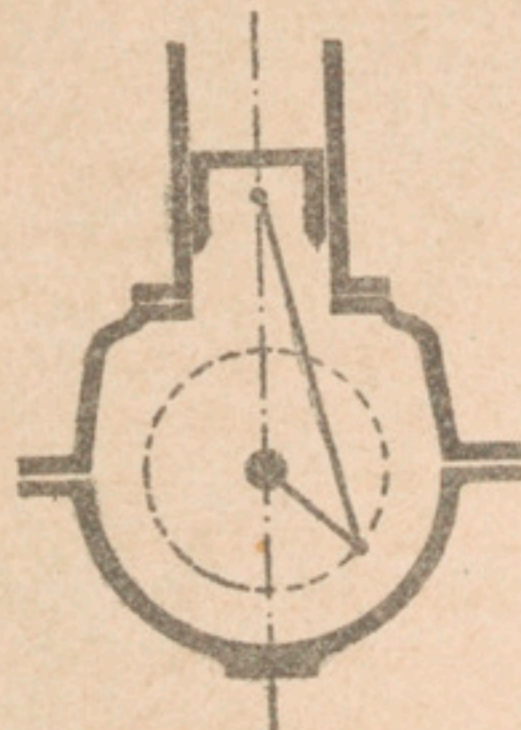
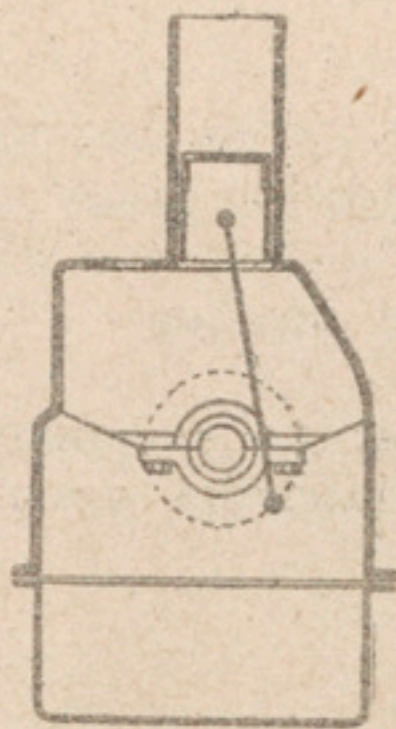


Fig. 51 - Carter avec joint médian.



*Demi-carter supérieur
venu de fonderie avec le bloc-cylindre.*

Fig.52

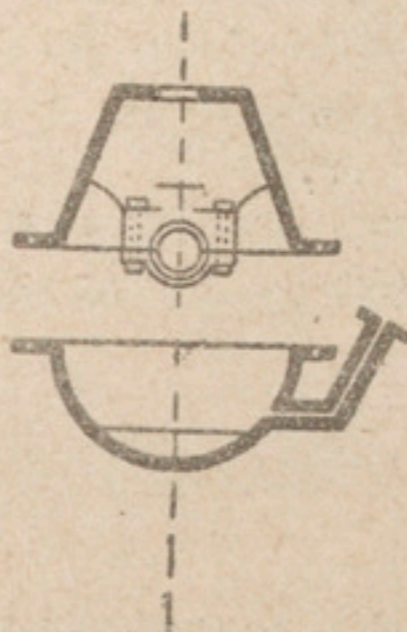


Fig.53 - Montage
des paliers.

Dans le cas contraire, les cylindres sont fixés sur le carter au moyen de goujons et d'écrous.

Les paliers supportant le vilebrequin sont faits en deux parties, comme les têtes de bielle. Généralement le coussinet supérieur est encastré dans un logement du demi-carter supérieur et le coussinet inférieur fixé par un chapeau boulonné sur ce même demi-carter (fig.53).

Le carter porte extérieurement, venus de fonderie avec lui, des bras de fixation au châssis.

Il constitue généralement le réservoir d'huile et peut être cloisonné intérieurement pour des raisons de graissage.

Les engrenages de distribution sont le plus souvent disposés à l'avant, dans un carter de distribution. Ils sont accessibles par simple démontage d'un couvercle.

CHAPITRE VI

ORGANES DE DISTRIBUTION

La distribution est l'ensemble des organes assurant, en temps utile, l'entrée et la sortie des gaz. Elle se fait généralement au moyen de soupapes, parfois par tiroirs coulissants (moteur sans soupapes).

DISTRIBUTION PAR SOUPAPES.

La soupape est un obturateur se déplaçant perpendiculairement à son plan d'appui (fig.54), et ouvrant passage aux gaz dès le début de son mouvement. Il faudra donc réduire le plus possible la durée de levée pendant laquelle le passage est insuffisant : la soupape travaillera par choc à l'ouverture et à la fermeture, et ceci à température élevée pour le côté de l'échappement (500 à 600°).

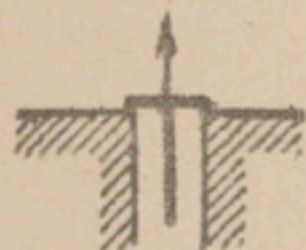


Fig.54

Le métal de la soupape sera donc à haute résistance au martelage, même à chaud : acier au nickel-chrome, ou au tungstène, forgé, puis décolleté.

Une soupape se compose d'une tête circulaire à bords tronconiques, munie d'une rainure, ou de deux trous permettant de la faire tourner (pour le rodage), et d'une tige cylindrique raccordée à la tête par un arrondi (collet) évitant les ruptures (fig.55). La tige coulisse dans un guide en fonte ou en bronze porté par le cylindre.

La tête conique est la seule employée actuellement parce qu'elle assure un centrage indépendant de l'usure du guide, et, par suite, une meilleure étanchéité.

COMMANDE DES SOUPAPES.

Une soupape est généralement ouverte mécaniquement par une came, et fermée automatiquement par un ressort placé entre guide et queue de soupape (fig.56).

La came d'ouverture fait partie d'un arbre tournant à demi-vitesse du moteur puisque chaque soupape s'ouvre une fois par cycle. L'arbre à cames, venu de forge avec ses cames, est en acier demi-dur cémenté, trempé et rectifié après taille.

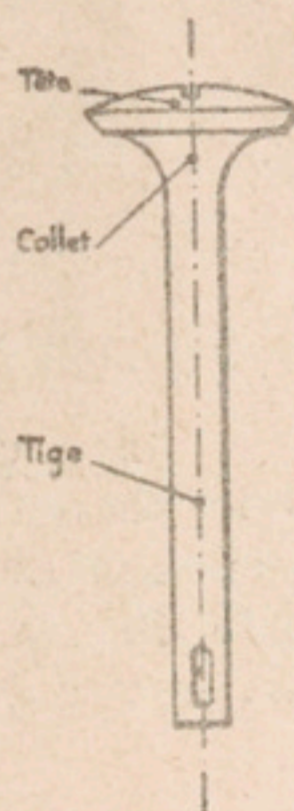


Fig.55
Soupape conique

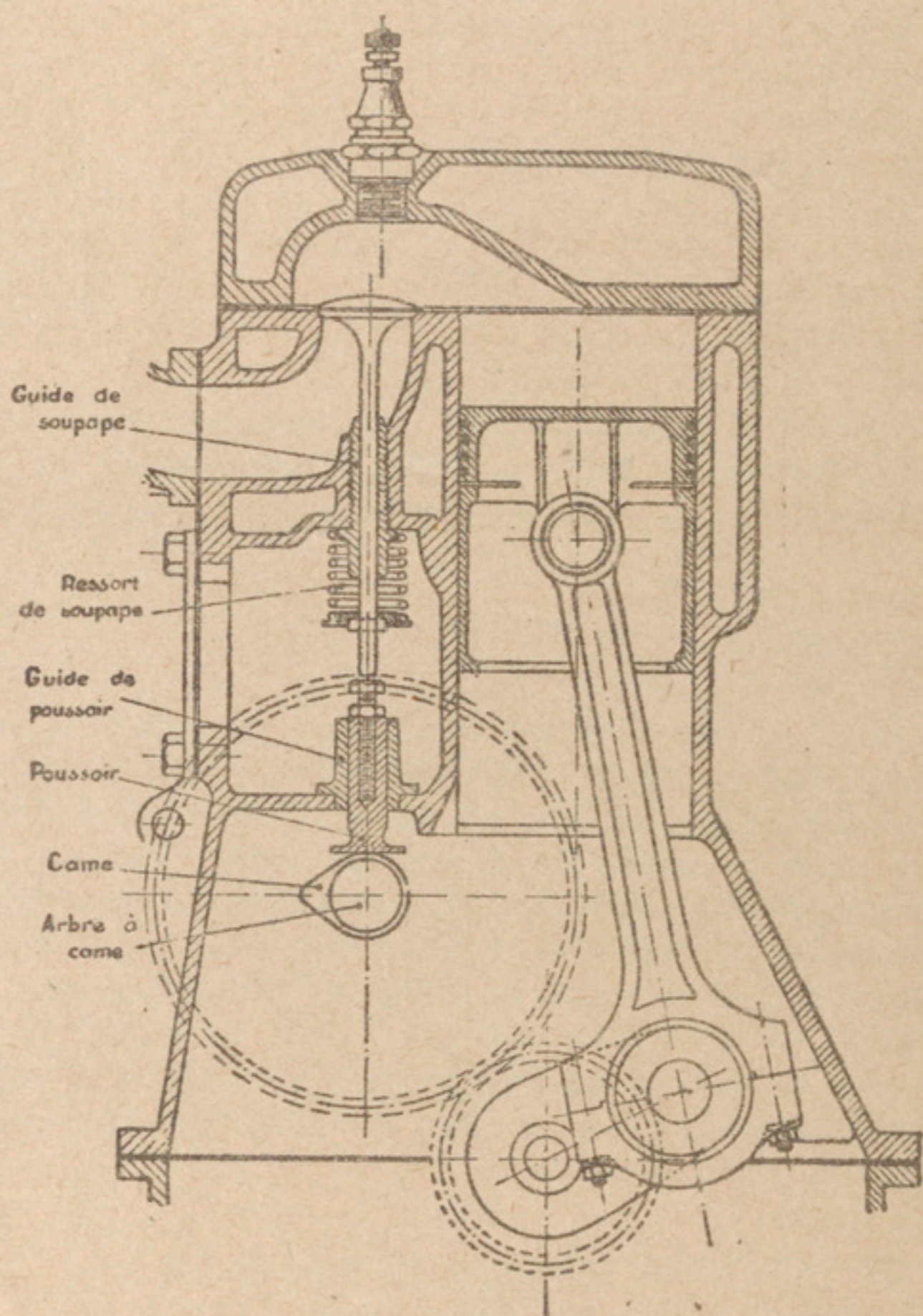


Fig.56

Un poussoir est presque toujours interposé entre la came et la queue de soupape pour éviter à cette dernière de subir les réactions latérales dues à l'attaque de la came et ralentir ainsi l'usure du guide de soupape. Le poussoir coulisse dans un guide fixé au carter et doit avoir une longueur réglable.

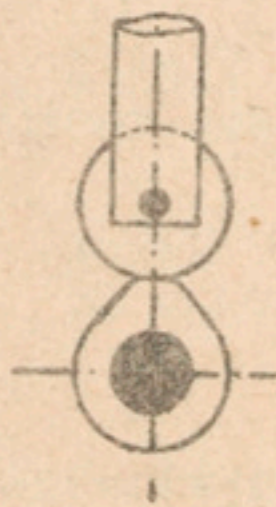


Fig.57
Poussoir à
galet.

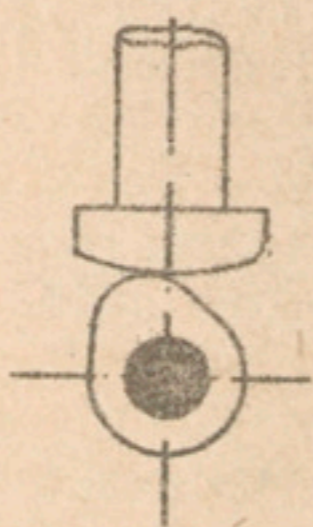


Fig.58
Poussoir à
sabot.

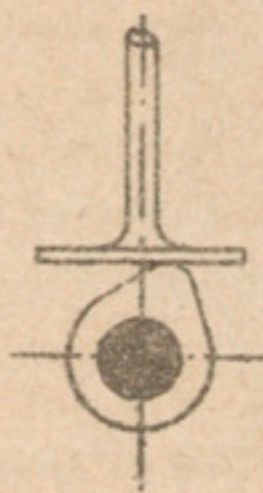


Fig.59
Poussoir à
plateau.

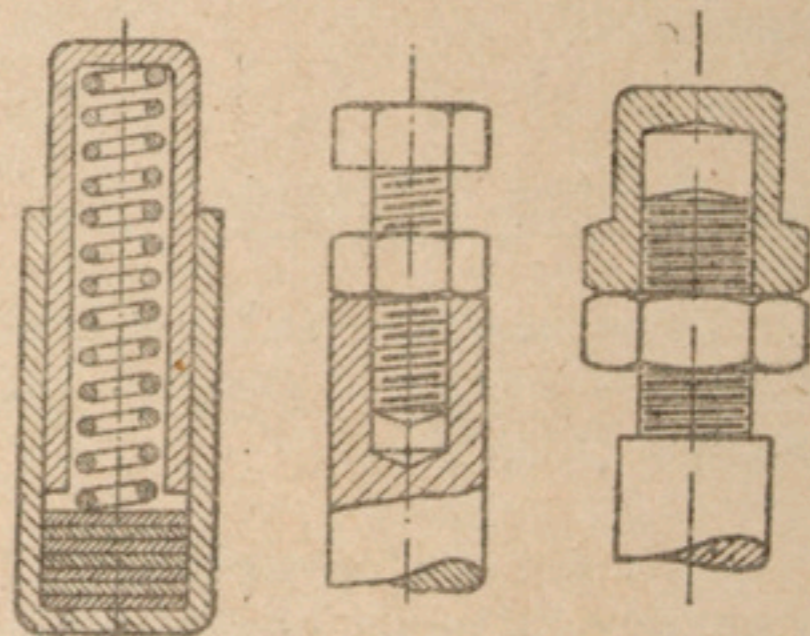


Fig.60 - Poussoirs
réglables.

Son extrémité côté came est terminée par un galet (fig 57), ou par un sabot (fig 58), tous deux à orientation invariable, ou encore par un plateau (fig 59) que la came attaque latéralement, ce qui le fait tourner et répartit l'usure.

En raison de la dilatation de la queue de soupape, il faut laisser un jeu suffisant entre elle et la tête du poussoir (3/10 à 8/10 de mm. suivant les constructeurs). Le réglage de ce jeu se fait par divers dispositifs (fig.60).

DISPOSITION DE LA DISTRIBUTION SUIVANT LA FORME DU CYLINDRE.

L'emplacement des soupapes détermine la répartition des organes de distribution :

1° - Cylindre en T (fig.61). - Les soupapes sont placées, tête en haut, dans deux chappelles latérales du cylindre : il y a deux arbres à cames commandés par le vilebrequin au moyen d'engrenages ou de chaînes silencieuses.

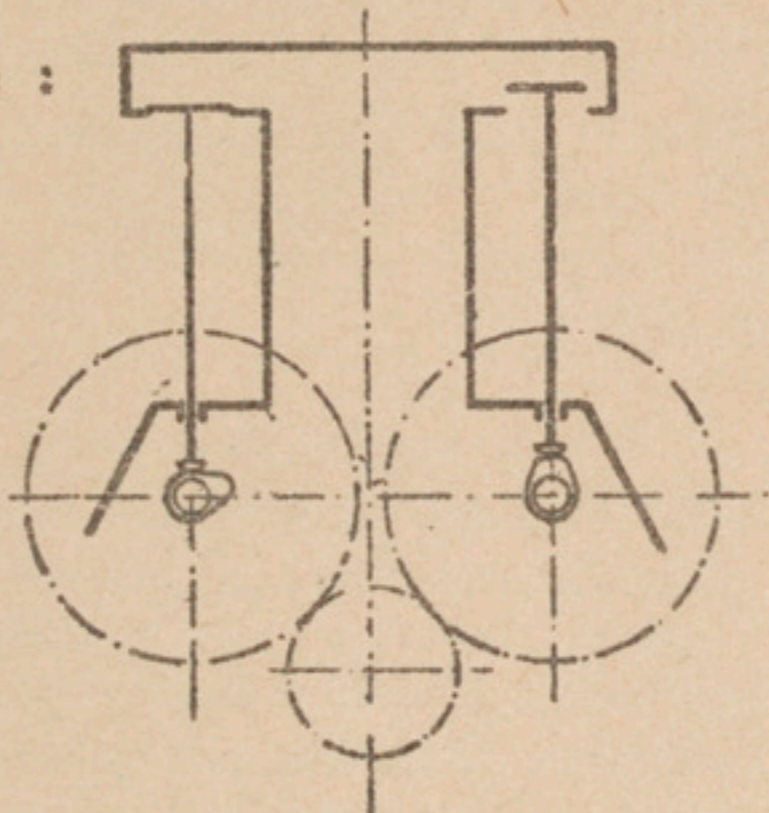


Fig.61 - Cylindre en T.

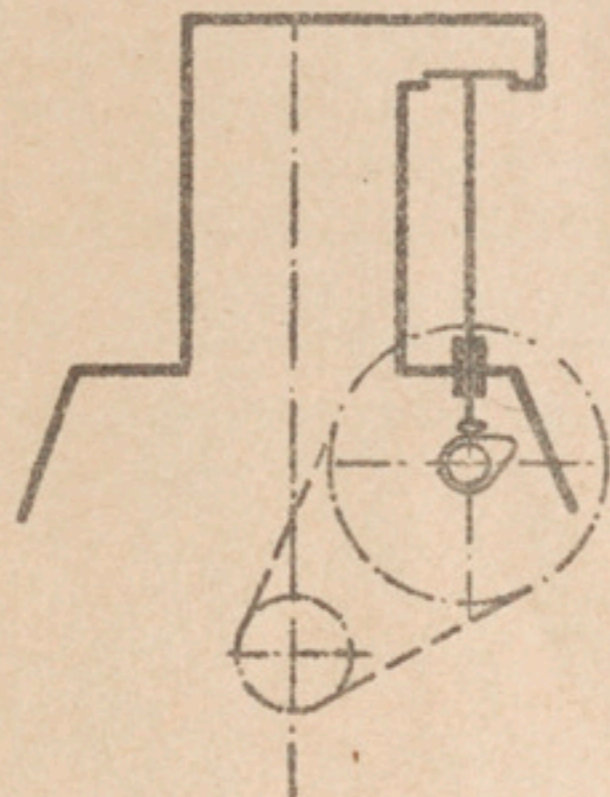


Fig.62 - Cylindre en L.

2° - Cylindre en L (fig.62). - Les deux soupapes sont côte à côte dans la même chapelle, et toutes les cames sont portées par un arbre unique toujours disposé dans le carter.

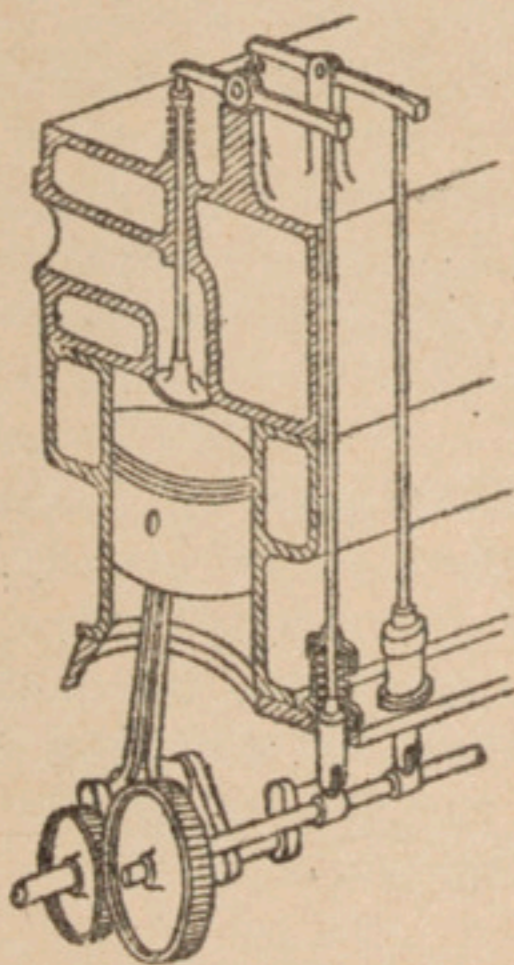


Fig.63 - Commande des soupapes par culbuteurs.

3° - Cylindre en I. - Le cylindre en I n'a plus de chapelles; les soupapes y sont disposées la tête en bas, et leur commande assurée :

Soit par culbuteurs (fig.63), l'arbre à cames et le poussoir restant en bas; la solution est simple mais augmente le bruit et les jeux;

Soit par arbre à cames en-dessus (fig.64), cet arbre étant commandé par le vilebrequin au moyen d'un arbre intermédiaire vertical et de deux renvois coniques. Cette solution diminue les inconvénients précédents, mais complique le graissage de l'arbre à cames et le démontage des cylindres.

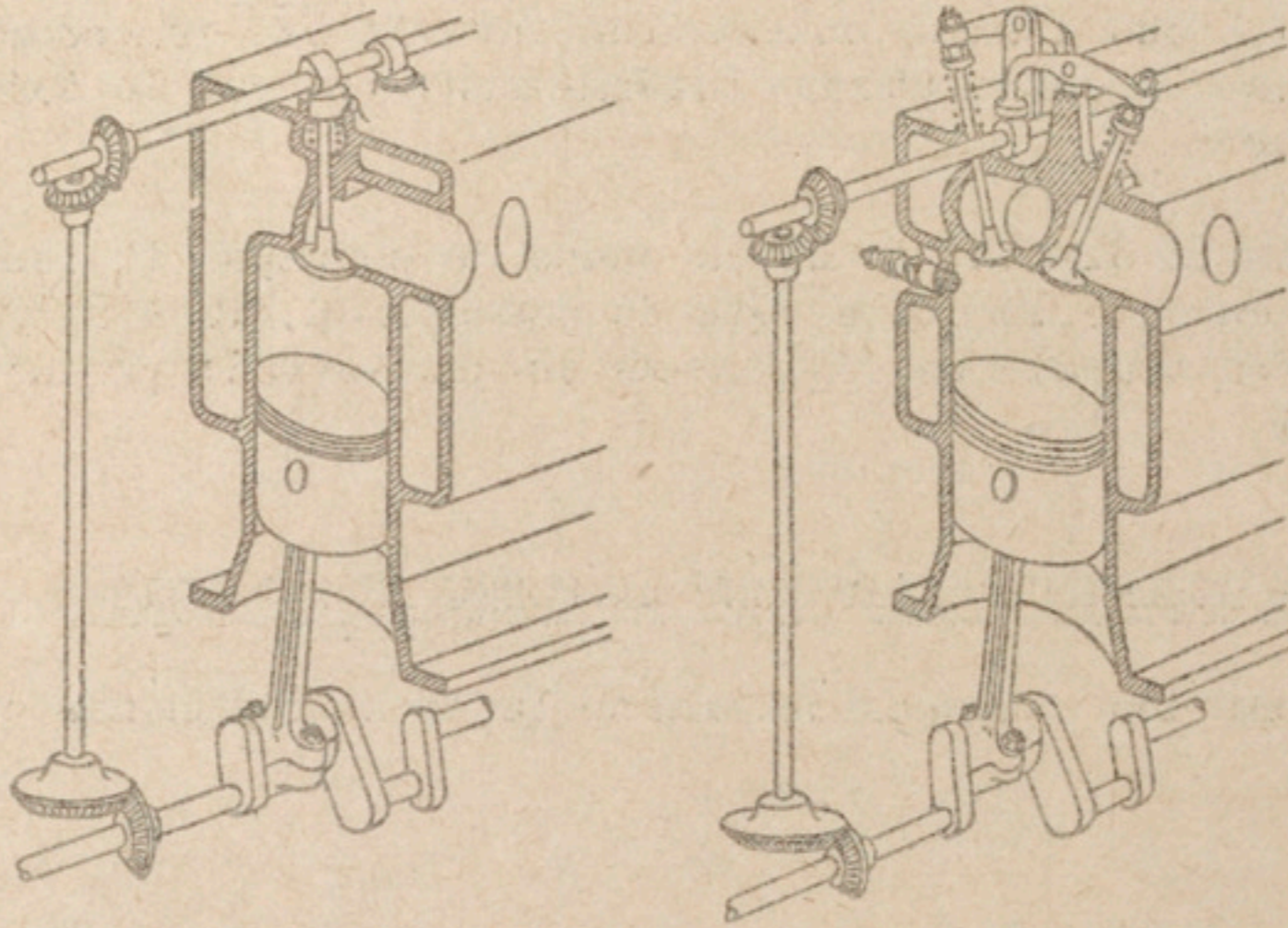
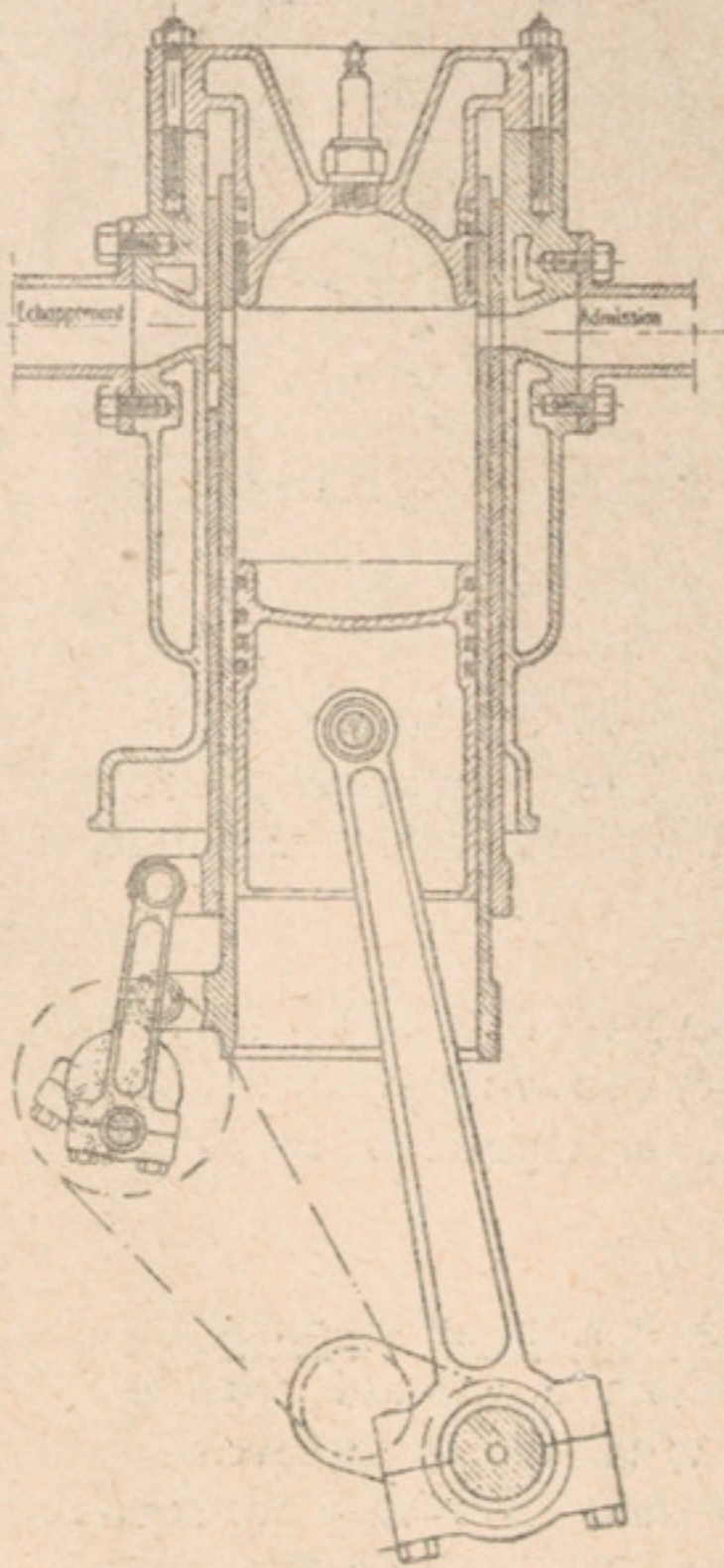


Fig.64 - Commande des soupapes par arbre à cames en-dessus.

MOTEUR SANS SOUPAPES. (licence Knight).



Le rappel automatique de la soupape sur son siège se fait mal aux grandes vitesses; le ressort agissant avec une force constante, la durée du rappel est constante alors qu'elle devrait décroître quand le moteur accélère. D'autre part, les soupapes rebondissent sur leur siège au moment de leur fermeture. On a cherché à réaliser des commandes desmodromiques c'est-à-dire obligatoires dans les deux sens; les résultats n'ont pas été satisfaisants. On monte quelquefois 2 ou même 3 ressorts à boudin concentriques sur la queue de soupape; mais une autre solution existe, beaucoup plus ancienne et parfaitement au point, pour des régimes ne dépassant pas 4.000 tours-minutes, celle du moteur Knight (fig.65).

Deux fourreaux cylindriques en fonte coulissent entre le cylindre et le piston. Ils portent chacun, ainsi que le cylindre, deux fentes latérales et opposées, et sont commandés par un petit arbre vilebrequin à plateaux, appelé arbre à excentriques, entraîné à demi-vitesse du moteur.

Fig.65 - Moteur sans soupapes Panhard-Knight.

La distribution est réglée par les coïncidences entre les lumières pratiquées

sur les fourreaux et sur le cylindre : elle dépend de la position et de la hauteur de chaque lumière, du calage des manetons commandant les fourreaux entre eux et par rapport au vilebrequin du moteur, enfin de la course de ces fourreaux. Le nombre de ces données est suffisant pour permettre la réalisation du cycle pratique à quatre temps.

La culasse de ce moteur est rapportée et munie de segments, puisque le joint d'étanchéité doit se faire avec une pièce mobile : le fourreau interne.

Dans les moteurs modernes, les fourreaux sont en acier; celui dont le diamètre est le plus grand est réglé intérieurement.

COMPARAISON AVEC LES MOTEURS A SOUPAPES.

Avantages. - Le moteur Knight est mieux équilibré qu'un moteur à soupapes, les efforts d'inertie alternatifs développés par les chemises pouvant compenser en partie ceux du piston.

Le mouvement du fourreau peut être commencé avant qu'il y ait passage de gaz, et terminé après; la vitesse d'ouverture est donc supérieure à celle d'une soupape. Le mouvement est commandé dans les deux sens.

Le moteur a les avantages du cylindre en I (voir Rendement) sans qu'il y ait d'organes de distribution en dehors du carter.

Inconvénients. - Le graissage des fourreaux est très délicat et exige une huile extra fluide, spéciale à ce type de moteur.

Les accidents aux fourreaux sont rares, mais irréparables sur la route et exigent un démontage complet du moteur.

COLLECTEURS D'ADMISSION ET D'ÉCHAPPEMENT.

La tuyauterie reliant le carburateur aux orifices d'admission des cylindres peut être extérieure. On la fait quelquefois en cuivre, ou en aluminium poli extérieurement pour diminuer sa tendance au refroidissement. Les joints sont en klingérit (matière à base d'amiante et de caoutchouc).

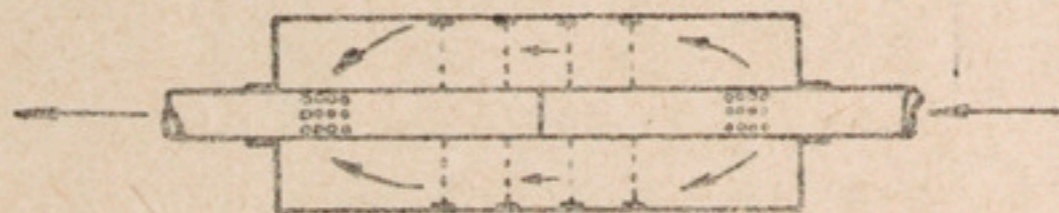


Fig.66 - Pot d'échappement.

Certains moteurs monoblocs n'ont qu'un orifice extérieur d'admission sur lequel est fixé le carburateur; la tuyauterie est intérieure au bloc, noyée dans la chemise d'eau (fig.82).

La tuyauterie d'échappement, au contraire, est presque toujours extérieure; elle est en acier, ou en fonte non polie et souvent munie d'ailettes de refroidissement. La canalisation d'échappement passe dans un silencieux ou pot d'échappement (fig.66), permettant une détente progressive des gaz brûlés dans des chicanes successives.

Les joints d'échappement sont en carton d'amiante, ou en cuivre et amiante (joints métalloplastiques).

CHAPITRE VII

ALIMENTATION EN COMBUSTIBLE

ET EN CARBURANT

Le moteur à explosion doit être alimenté avec un mélange de carburant et d'air susceptible de brûler très rapidement. Ceci exige que le carburant soit : ou gazeux, ou pulvérisé en gouttelettes extrêmement fines.

Le combustible gazeux est difficile à transporter; il faut l'emmagasiner sous pression dans des tubes résistants, donc lourds.

Une autre solution consiste à le produire à bord au moyen d'un gazogène fonctionnant par exemple au bois, au charbon de bois, aux agglomérés de charbon de bois, de tourbe, etc.

Les carburants liquides légers sont faciles à pulvériser par simple aspiration. Ce sont : les essences tirées de la première distillation des pétroles bruts; le benzol, sous-produit de la distillation de la houille; l'alcool, obtenu par fermentation de substances végétales, ou par synthèse.

Ces carburants peuvent s'employer seuls ou en mélange. Ils alimentent la majeure partie des moteurs d'automobile.

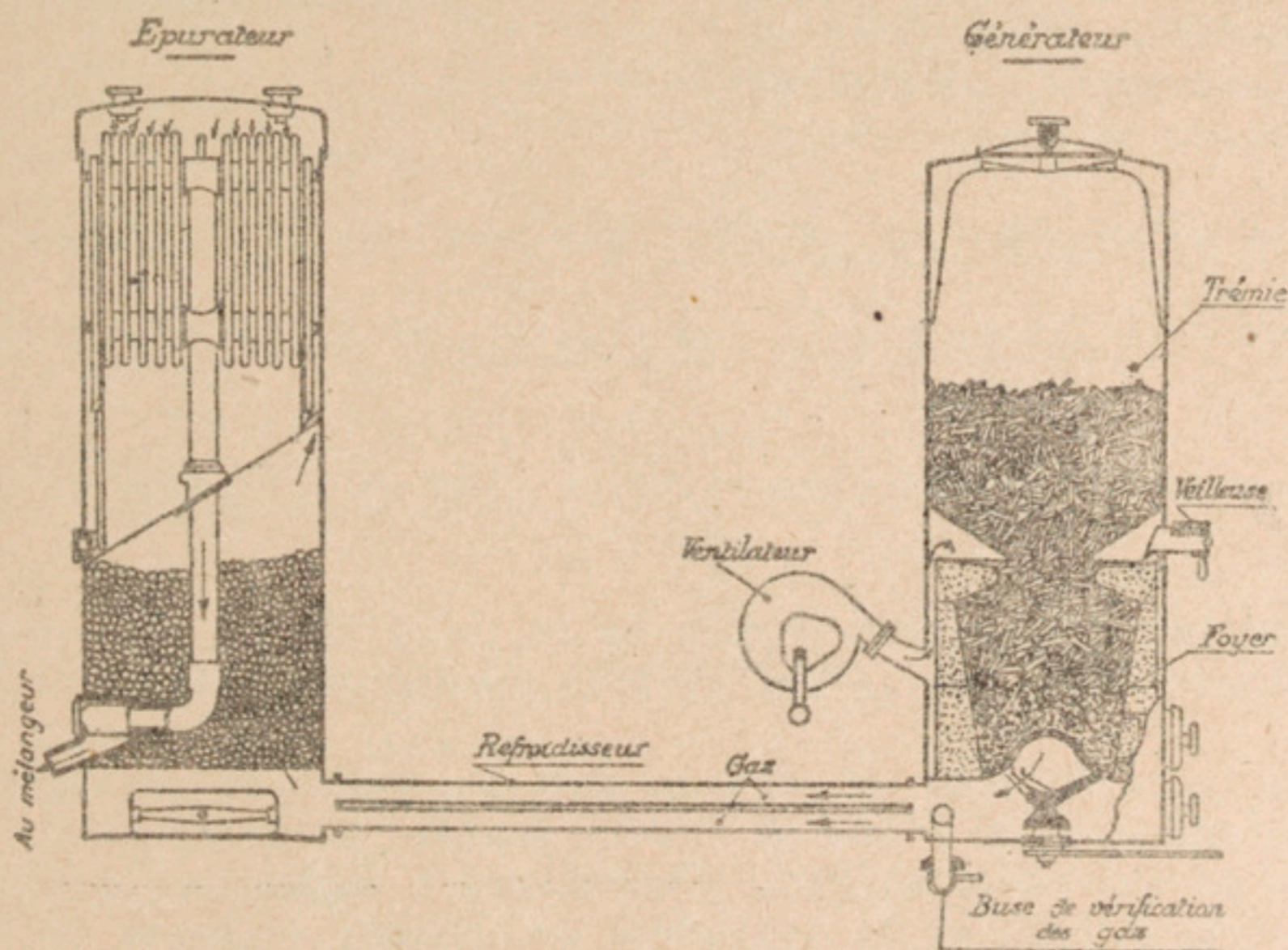


Fig.67 - Gazogène Panhard.

Les combustibles liquides lourds (gas oil, mazout, huiles végétales) sont utilisés par les moteurs Diesel, dont la mise au point sur les véhicules automobiles est à peu près terminée. Ils sont intéressants par leur bas prix de revient et par leur facilité de stockage (évaporation nulle).

GAZOGÈNES.

Le gazogène est un appareil adjoint au véhicule, permettant l'utilisation des combustibles solides par suite de leur transformation en gaz de gazogène, encore appelé gaz pauvre.

Un gazogène comprend (fig.67 et 68):

- un générateur, avec son foyer, presque toujours à tirage renversé, et sa trémie contenant la réserve de combustible;

- un système refroidisseur du gaz permettant d'obtenir un taux de remplissage acceptable;

- un système épurateur chargé de débarrasser le gaz des impuretés solides qu'il entraîne (poussières, particules charbonneuses, cendres, etc);

- un mélange de gaz et d'air qui remplace le carburateur;

- un ventilateur à main (ou électrique) facilitant l'allumage du foyer.

Accessoirement, un dispositif de mise en veilleuse de l'appareil.

L'emploi de gazogène permet de diminuer le prix de revient de la tonne kilométrique, par le bas prix du combustible utilisé.

Ses inconvénients principaux sont : - perte de puissance du moteur de l'ordre de 30 % due au faible pouvoir calorifique du gaz de gazogène, ce qui conduit, pour y remédier, à augmenter le taux de compression (jusqu'à 7) et la cylindrée du moteur; - perte de temps inhérente à l'allumage et au nettoyage du foyer, au nettoyage

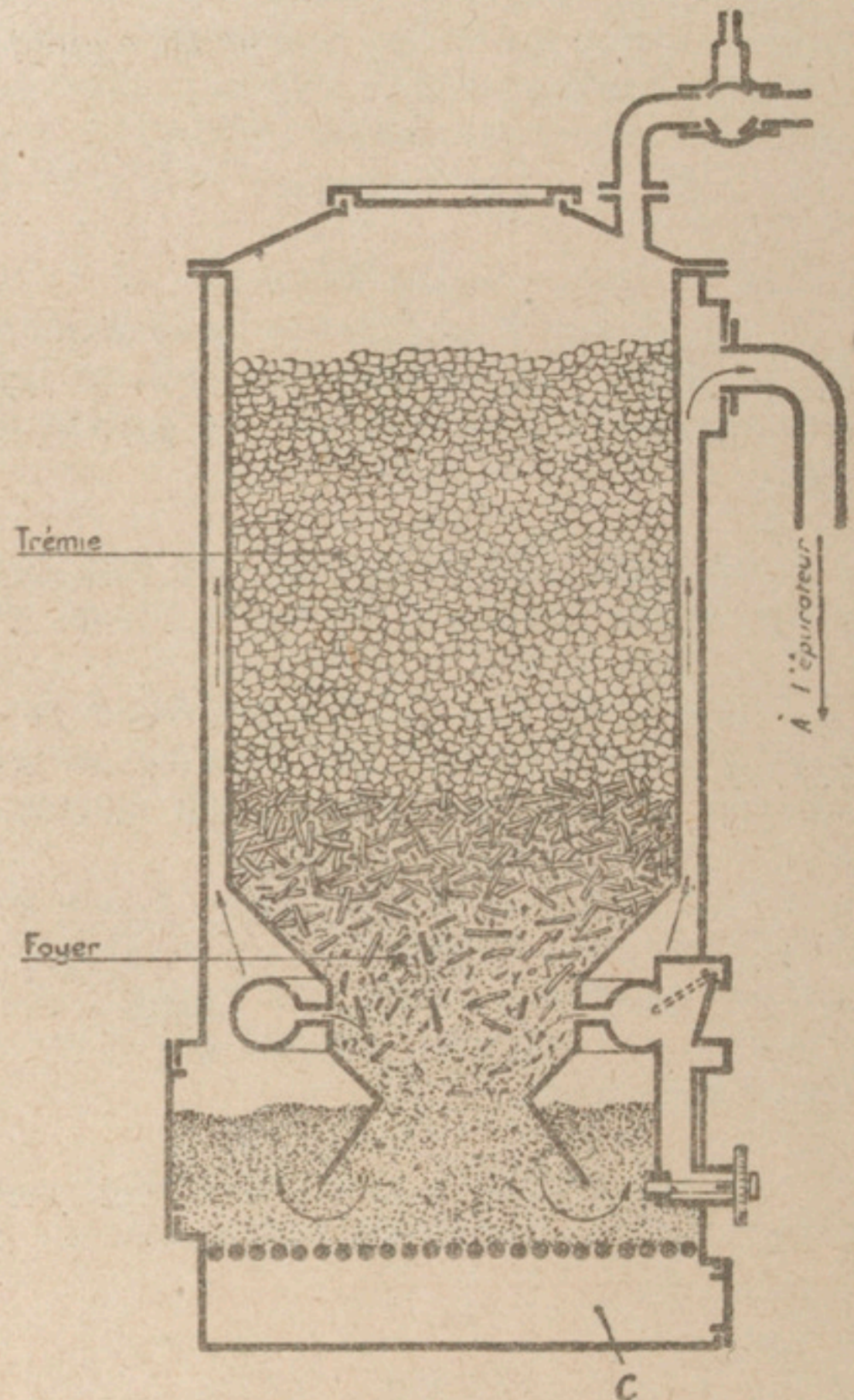


Fig.68 - Générateur du gazogène Berliet.

périodique du système épurateur - manipulation salissante du combustible, en particulier du charbon de bois.

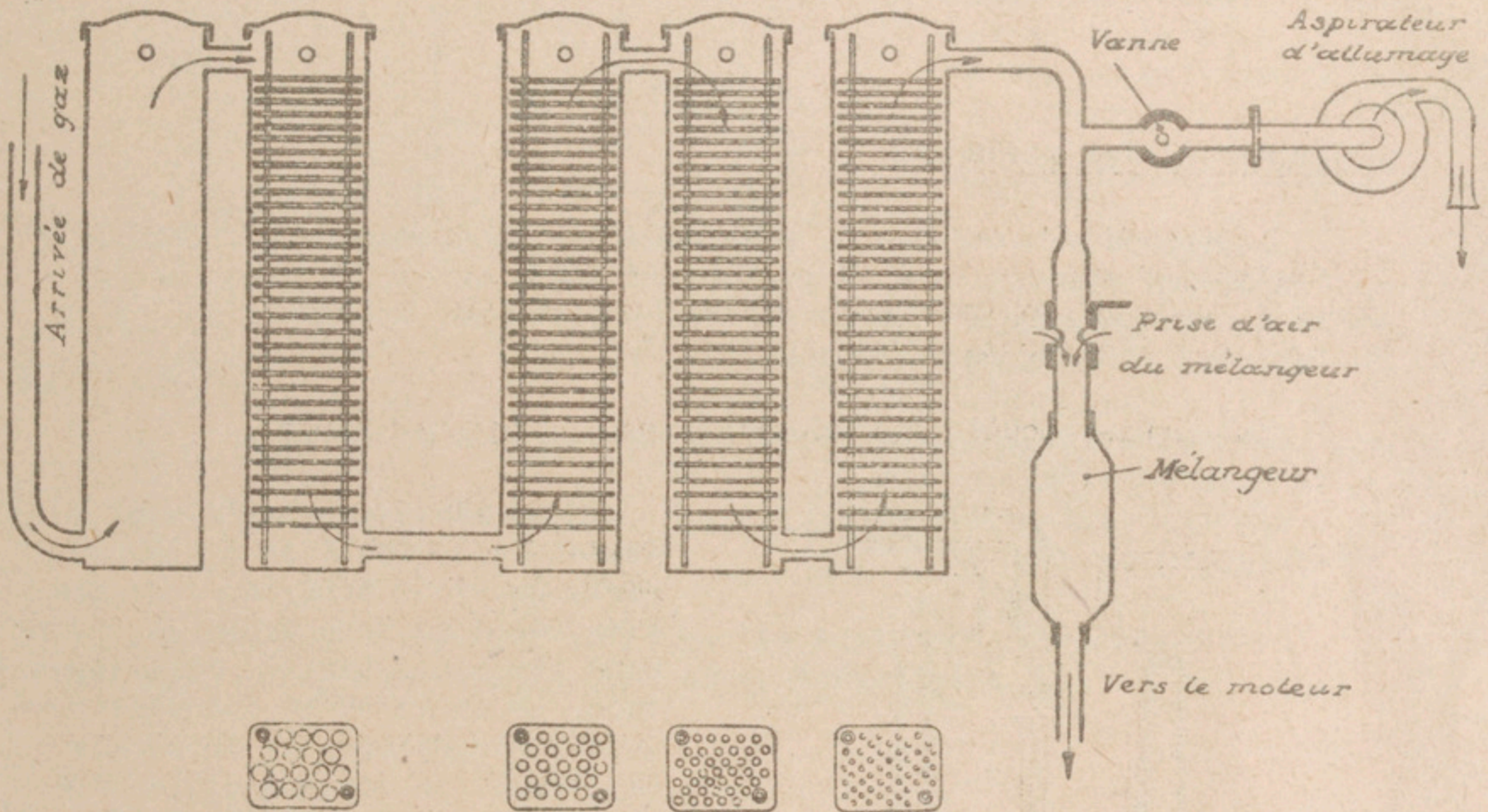


Fig.69 - Epurateur et mélangeur du gazogène Berliet.

ALIMENTATION EN ESSENCE.

L'alimentation du carburateur, dans le cas usuel des carburants légers (essence, benzol, alcool), ne présente pas d'autre difficulté que celle de la différence des niveaux.

Réservoir en charge - Si le réservoir est au-dessus du carburateur, l'essence s'écoule par son poids, à condition que le bouchon du réservoir soit percé d'un trou pour la rentrée de l'air (fig.70).

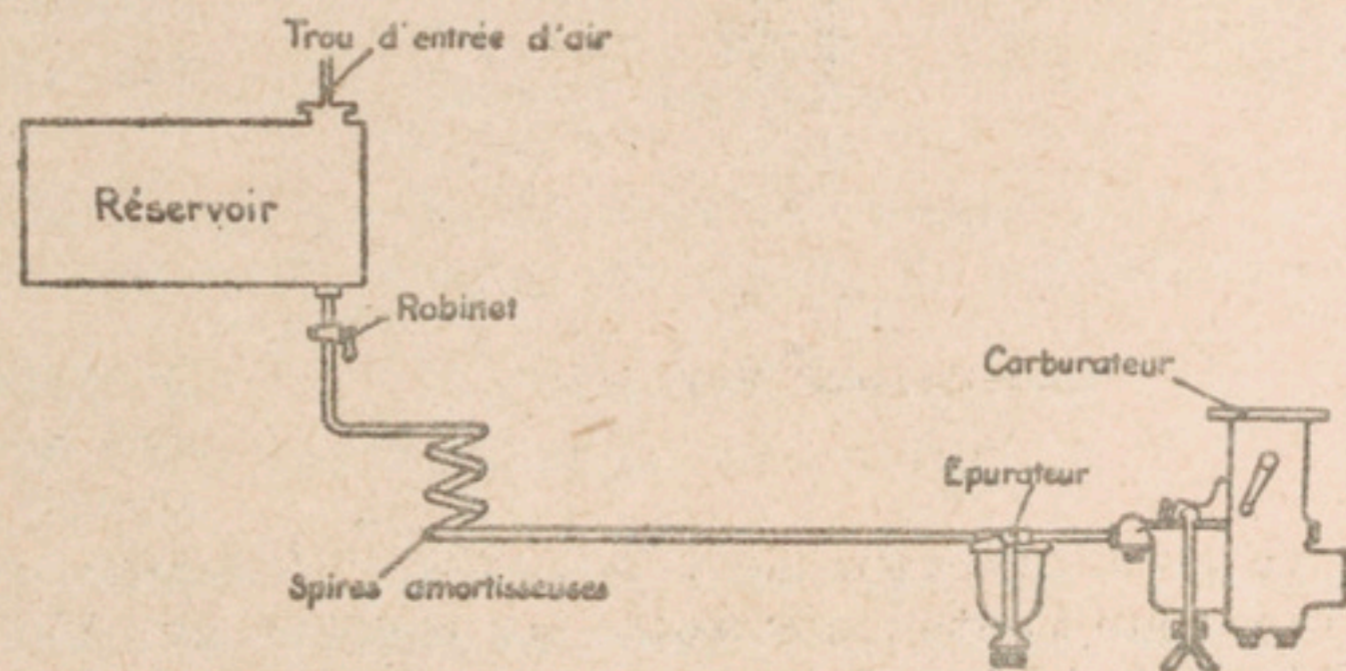


Fig.70
Alimentation par réservoir en charge.

Réservoir à l'arrière - Il peut avoir une grande capacité et présente moins de dangers d'incendie en cas de collision, mais il faudra aspirer l'essence dans un réservoir auxiliaire en charge ou la pomper directement dans le carburateur.

ALIMENTATION PAR ASPIRATION.

L'essence est aspirée du réservoir par un élévateur qui fait agir la dépression régnant dans la tuyauterie d'admission, ou bien par une pompe à membrane, ou une pompe électro-magnétique. L'élévateur le plus employé est l'exhausteur Weymann (fig. 71).

Le dernier modèle est constitué de la façon suivante :

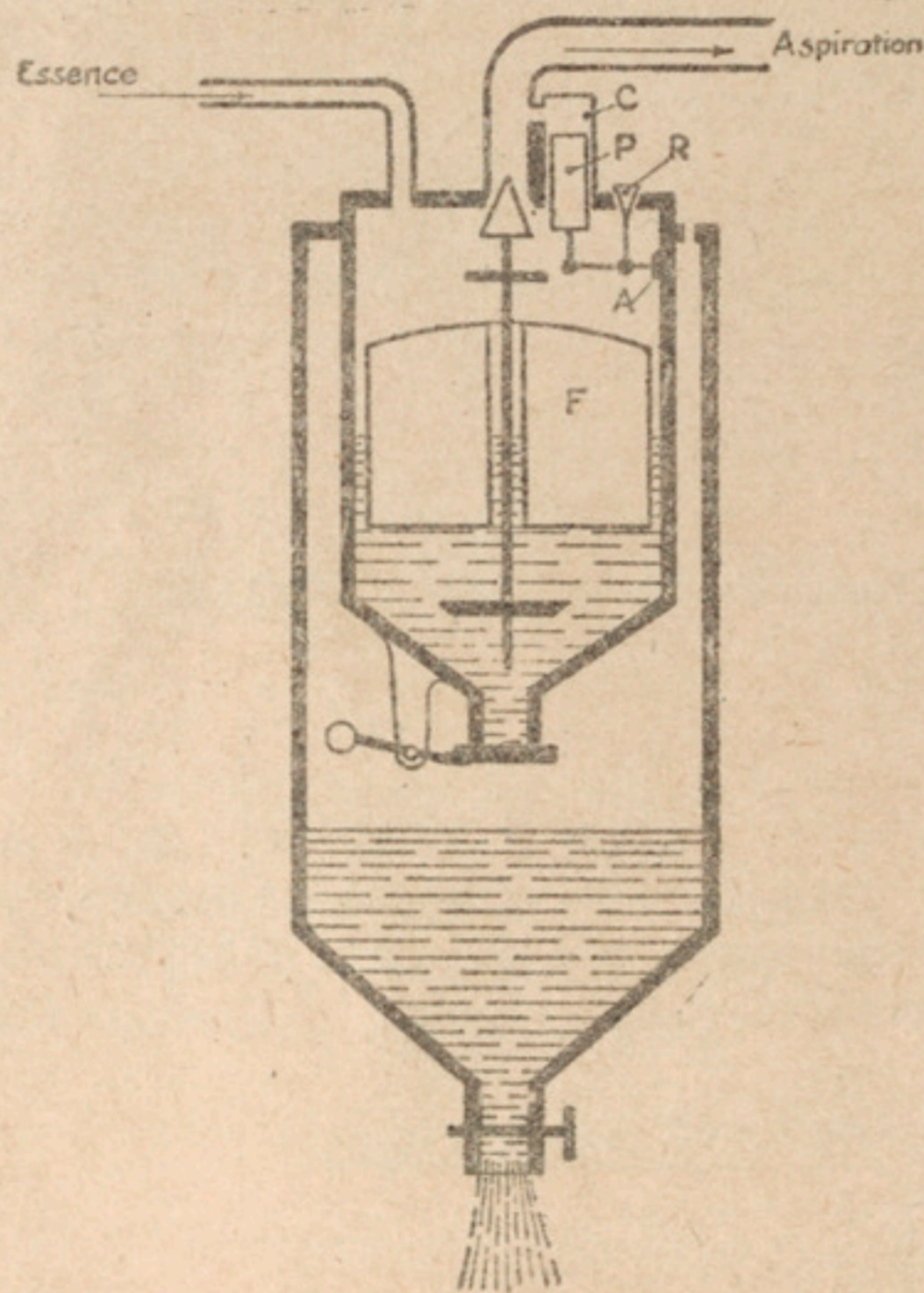
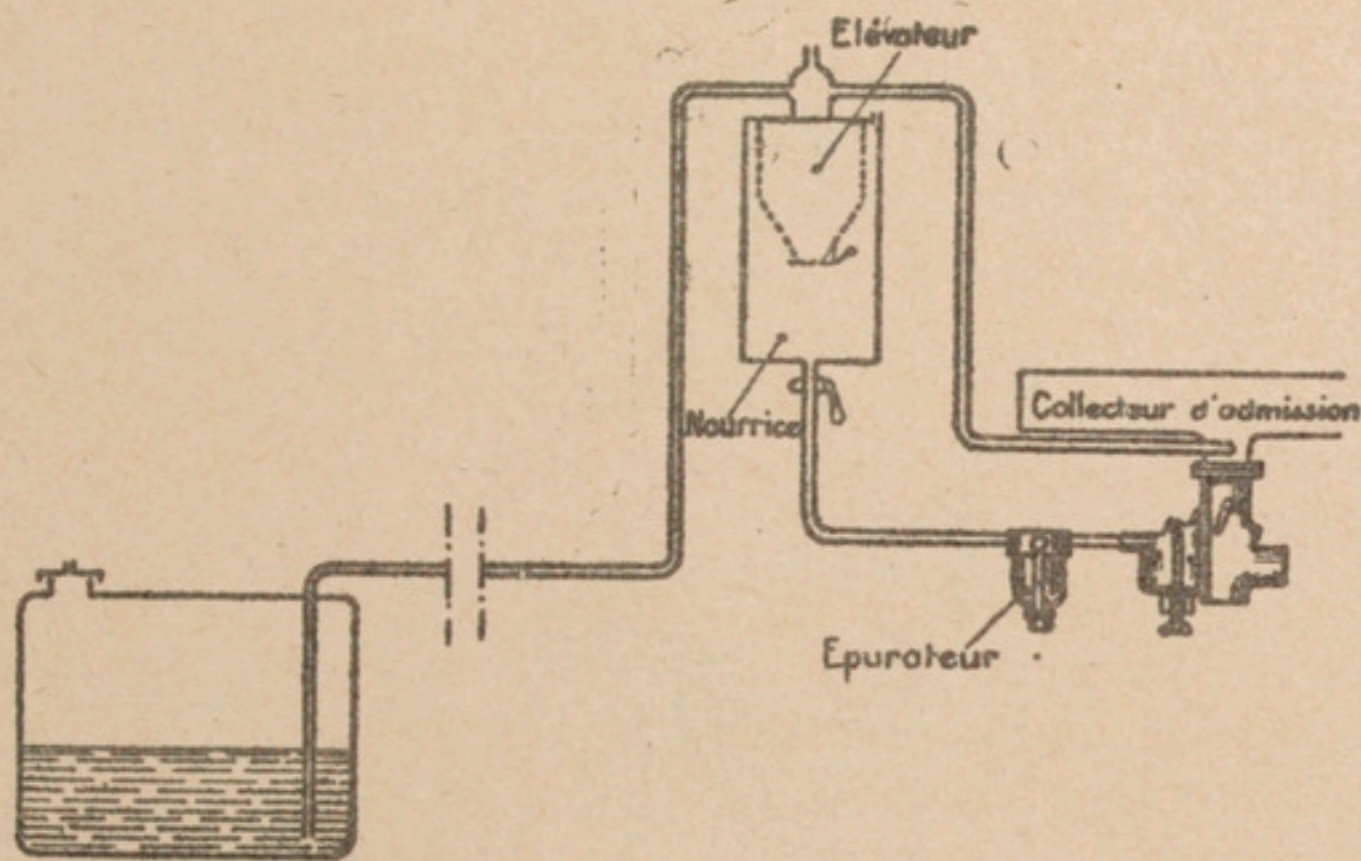


Fig. 71
Exhausteur Weymann.

Un récipient intérieur étanche comporte à sa partie supérieure trois orifices : le premier relié en permanence au réservoir d'essence par une canalisation, le deuxième en communication avec l'atmosphère, le troisième, au centre, en communication avec la tuyauterie d'admission. Ce dernier est commandé par une soupape solidaire d'un flotteur F. L'orifice d'air est muni d'une soupape R, reliée à un levier mobile autour du point A. L'autre extrémité du levier commande un piston P coulissant dans un cylindre C qui est en dérivation sur la tuyauterie d'aspiration. A la base de l'exhausteur existe un orifice muni d'un clapet à contrepois.

Fonctionnement

L'appareil étant vide, le flotteur est en bas, l'orifice d'aspiration ouvert. La dépression se fait sentir à l'intérieur de l'appareil, l'essence arrive du réservoir et le flotteur monte entraînant sa soupape qui vient finalement fermer l'orifice d'admission. A ce moment, la dépression n'agit plus que sur la face supérieure du piston P, le soulève et ouvre par conséquent l'orifice d'air. Sous l'effet de la brusque augmentation de pression à l'intérieur du



réceptif, le clapet inférieur s'ouvre (le contre-poids étant calculé pour cela), l'essence tombe dans la nourrice extérieure, le flotteur descend et les mêmes opérations recommencent.

Cet appareil doit être placé en charge sur le carburateur. Il a un fonctionnement très régulier et n'exige qu'une seule tuyauterie allant au réservoir d'essence (Fig.72).

Fig.72 - Alimentation par aspiration.

Le bouchon du réservoir et la partie supérieure de la nourrice doivent être munis chacun d'un trou de rentrée d'air.

Pompe à membrane. - La pompe à membrane (fig.73) comprend une membrane souple M, montée sur une tige T. La membrane s'abaisse sous l'action du levier L commandé par un excentrique C calé sur un arbre entraîné par le moteur. Elle aspire le carburant à travers un clapet d'aspiration A.

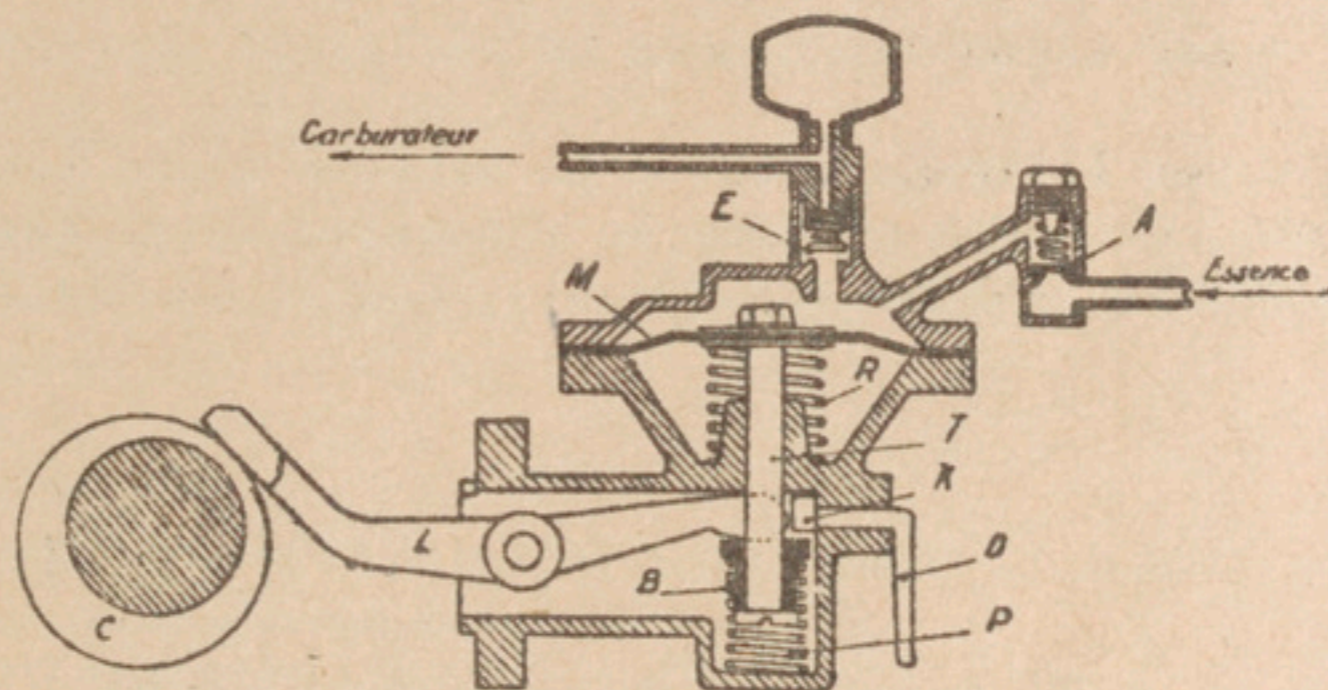


Fig.73 - Pompe à membrane

Lorsque la membrane s'élève grâce à la détente du ressort R, elle refoule l'essence vers le carburateur à travers un clapet de refoulement E.

Le clapet E est surmonté d'une cloche formant détendeur.

Une bague coulissante B permet à la membrane de ne pas être attaquée si la cuve à niveau constant du carburateur est pleine (auto-régulation). Enfin on peut actionner la pompe à l'aide du levier à main D, au moment du lancement du moteur, si la cuve est vide.

FILTRES ET EPURATEURS.

Avant son admission dans le carburateur, l'essence est souvent filtrée par une crépine. Elle est aussi quelquefois épurée :

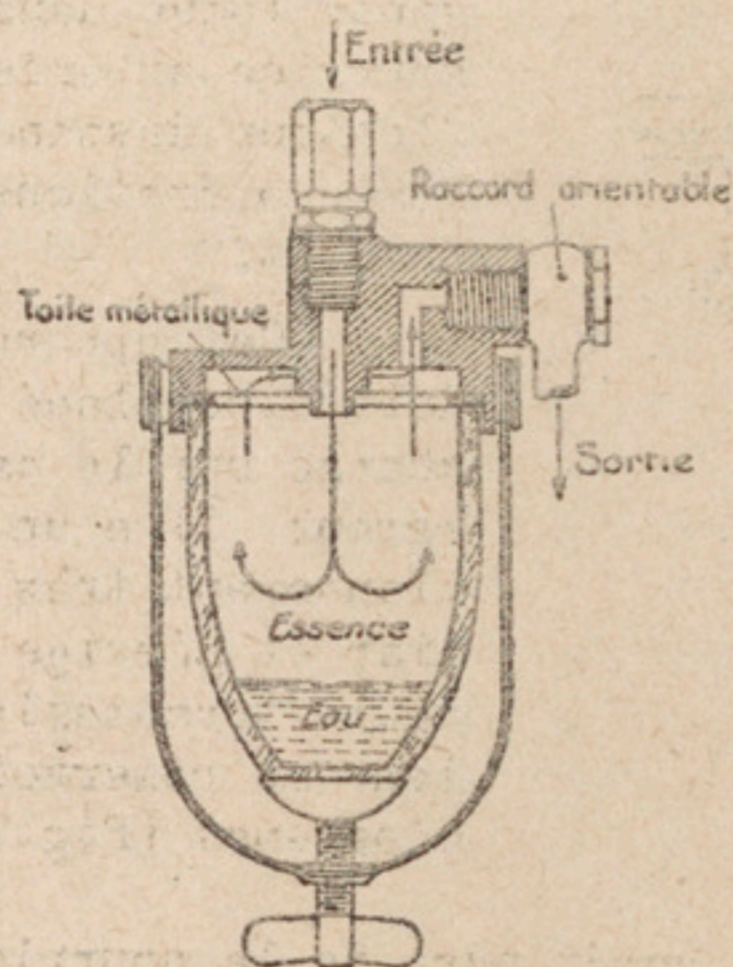


Fig. 74 - Epurateur Técalémit.

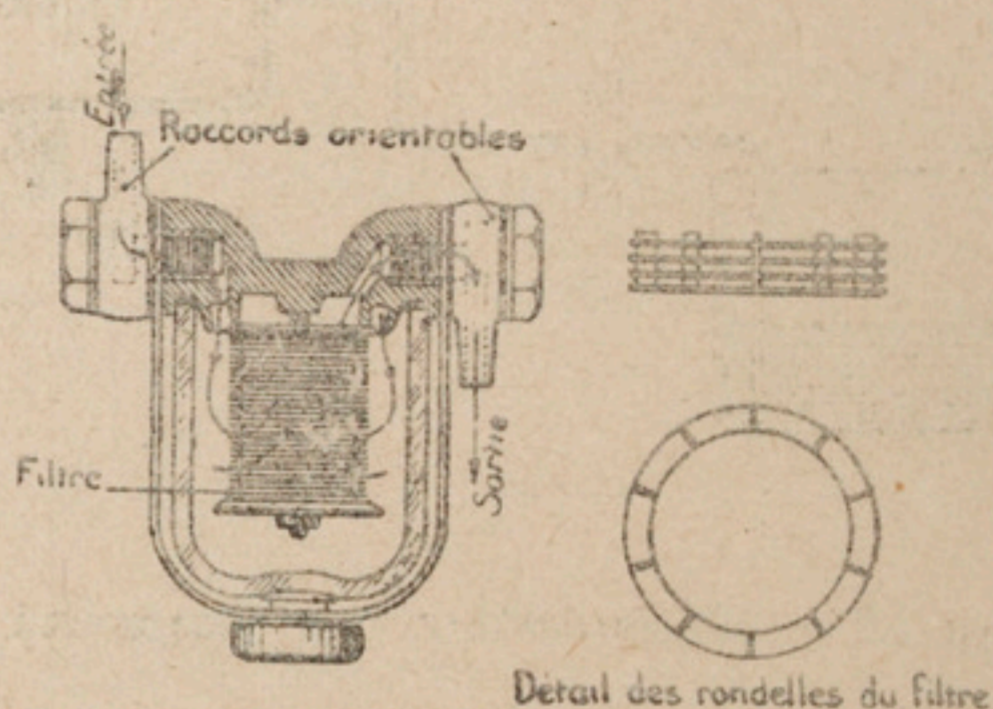


Fig. 75 - Epurateur Zénith.

- par décantation dans un récipient approprié;
- par filtrage ensuite au travers d'une toile métallique à mailles fines, ou d'une colonne de rondelles métalliques empilées avec des intervalles extrêmement réduits (fig. 74 et fig. 75).

CHAPITRE VIII

PROBLÈME DE LA CARBURATION

CARBURATEURS EN SERVICE.

Problème de la carburation - Condition d'une bonne carburation - Préparation Physique du mélange - Dosage Le carburateur élémentaire - Principes d'automatisme carburateurs en Service.

A/- PROBLÈME DE LA CARBURATION -

Il s'agit de fournir au moteur un mélange combustible tel que au moment où l'étincelle éclate ce mélange soit, à tous les points de vue le meilleur pour le but que l'on se propose d'atteindre.

Dans tous les cas on doit chercher à avoir le rendement maximum c'est-à-dire tirer d'une quantité d'essence donnée le plus d'énergie possible.

B/- CONDITIONS D'UNE BONNE CARBURATION -

Pour obtenir ce rendement maximum le mélange doit fournir à la combustion le maximum de calories avec le minimum de carburant. Pour ce faire il faut que la combustion soit complète donc :

1°- Que le mélange soit :

- a) aussi homogène que possible; par conséquent l'essence qu'il contient doit-être
- b) complètement vaporisée ce qui sera facilité par
- c) la température maxima de ce mélange.

2°- Que le mélange soit dosé de telle sorte que les produits de la combustion soient uniquement CO₂, vapeur d'eau et air.

C/- RÉALISATIONS -

1°- Préparation Physique

a)- Mélange homogène : C'est à dire de composition indentique en tous les points du cylindre. Sa réalisation est facilitée par le brassage et la turbulence.

b)- Mélange complètement vaporisé. Sa réalisation se fait en deux temps :

1°) Obtention du mélange brouillard

2°) Vaporisation complète à l'intérieur du cylindre

c) Mélange à température maxima. afin d'éviter la condensation de l'essence déjà vaporisée. On peut réchauffer l'air avant son admission dans la buse (fig.76) ou réchauffer le mélange une fois formé.

Les sources de chaleur sont les gaz d'échappement (fig.77) ou, plus rarement aujourd'hui, l'eau de refroidissement (fig.78). Fréquemment les tuyauteries d'admission et d'échappement sont en contact sur une certaine partie de leur longueur; on réalise ainsi le réchauffage du mélange admis par la chaleur empruntée au gaz d'échappement (fig. 79).

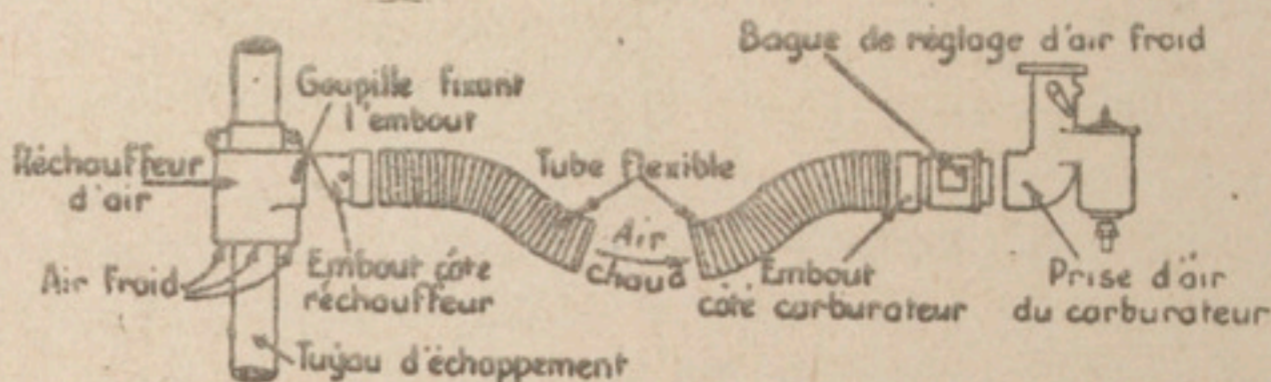


Fig. 76

Un réchauffage puissant pourrait vaporiser complètement l'essence dans le collecteur d'admission; mais à cette température le mélange serait sensiblement dilaté et son poids par cylindrée réduit, le moteur perdrait de la puissance. On se contente donc de réaliser dans la tuyauterie d'admission un mélange brouillard dont la transformation en mélange vapeur (totalité de l'essence à l'état gazeux) s'achève à l'intérieur du cylindre après la fermeture de la soupape d'admission.

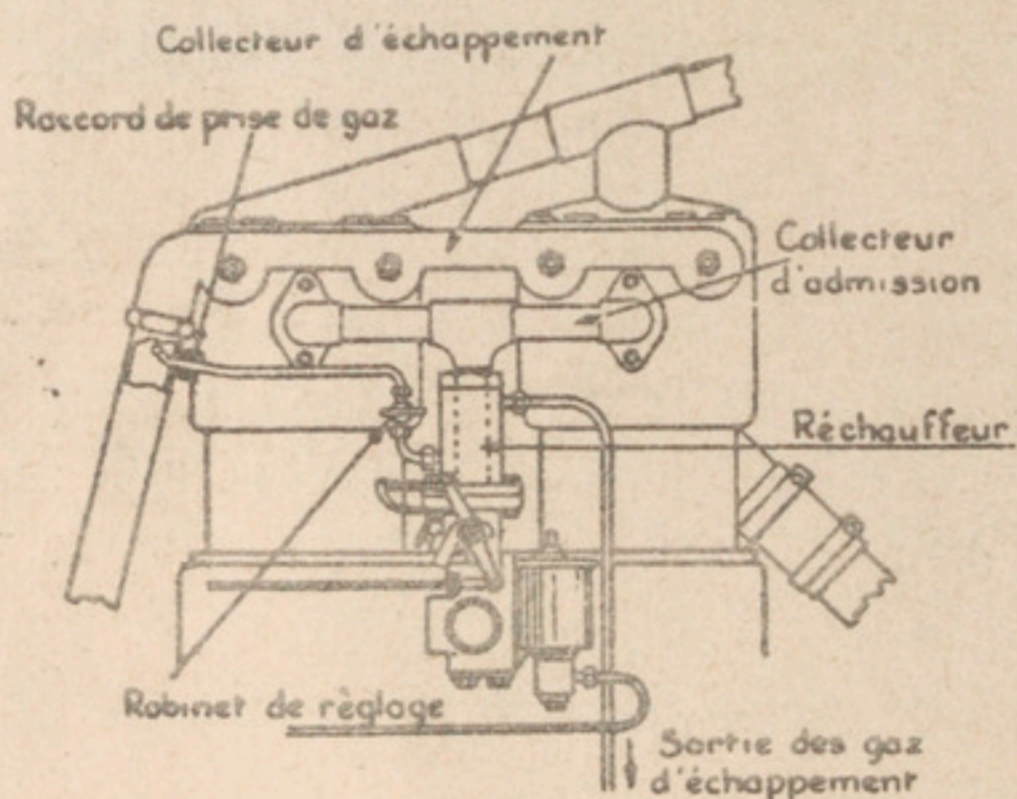


Fig. 77

alors que la combustion théorique exige 1g. d'essence pour 15 g.3 d'air. Le mélange donnant la puissance maximum est donc 20% riche par rapport au mélange théorique, appelé encore mélange parfait.

2°- Mélange dosé -

Le dosage du mélange dépend de ce que l'on demande au moteur. Si l'on veut obtenir la puissance maximum; il faut une proportion de 1g. d'essence pour 12g.5 d'air

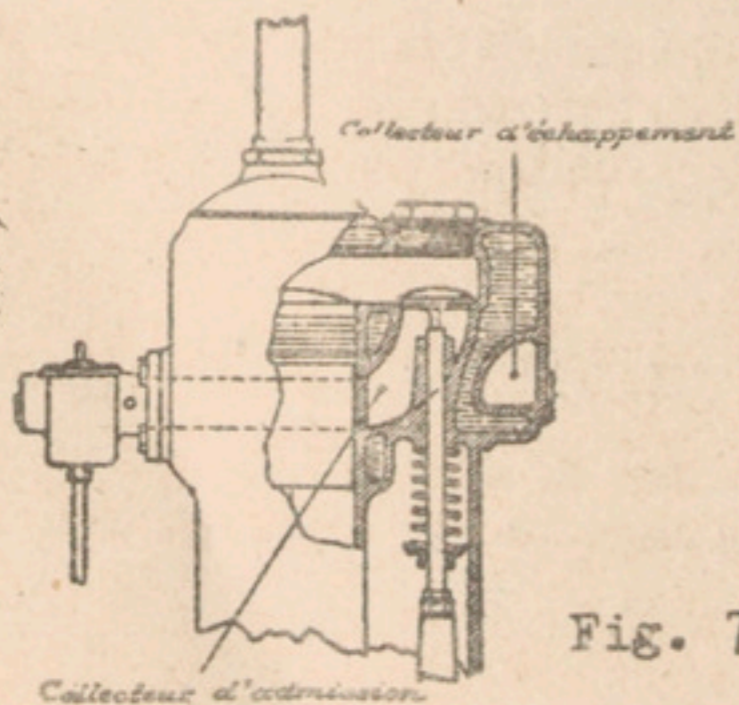


Fig. 78

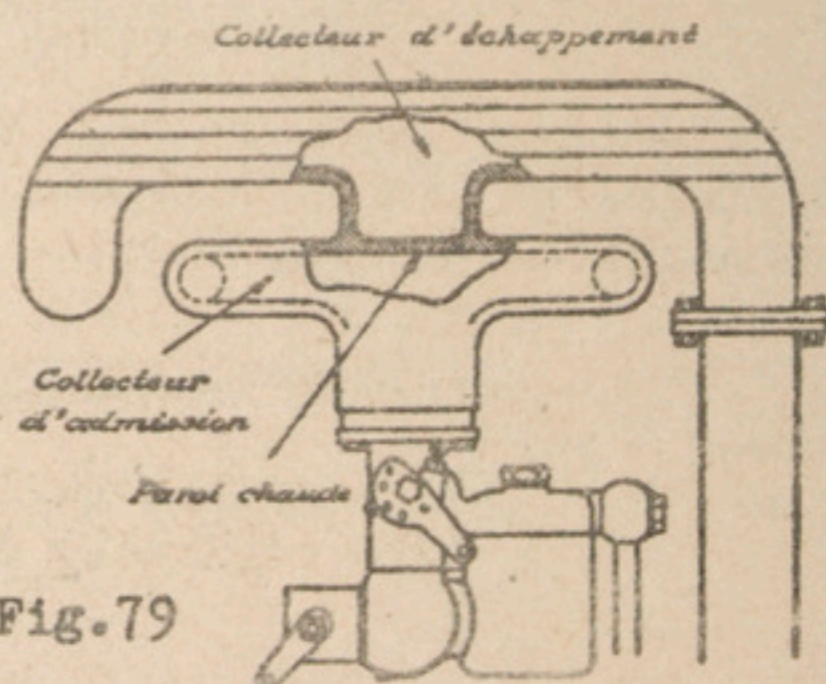


Fig. 79

Si l'on veut obtenir le maximum d'économie, le dosage est variable suivant le remplissage des cylindres. Pour la plus grande vitesse de rotation du moteur, le ralenti à vide, le ralenti en charge, il faut encore le mélange de puissance maximum. Pour les autres cas d'utilisation de l'ouverture totale du papillon des gaz, il doit être 12% pauvre par rapport au mélange parfait (lg. d'essence pour 17 g.5 d'air).

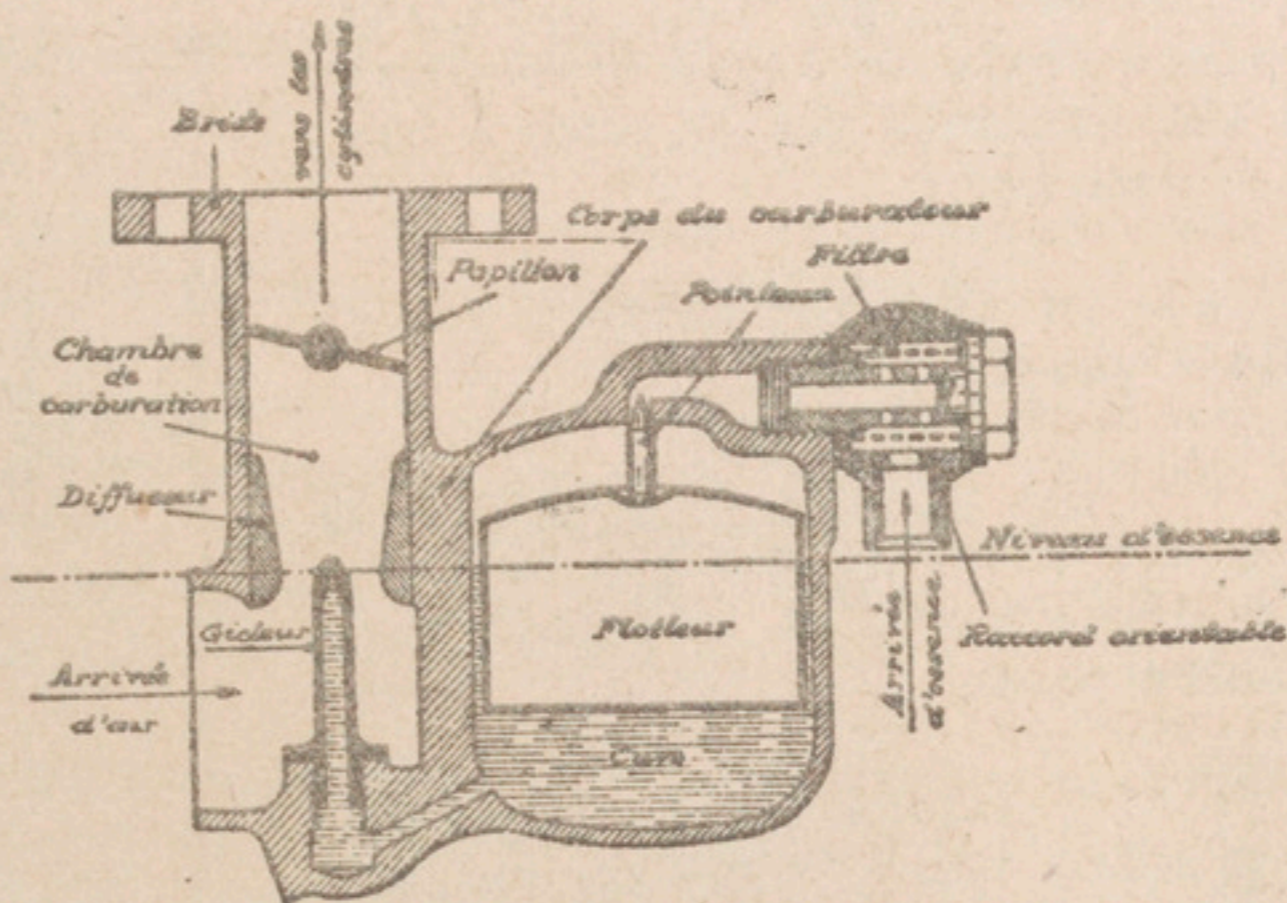


Fig. 80 - Carburateur élémentaire vertical.

Le dosage est naturellement différent pour d'autres carburants que l'essence.

Le dosage est réalisé par le carburateur.

Nous étudierons :

- 1°)- les éléments d'un carburateur quel que soit son type.
- 2°)- les carburateurs donnant à tout instant le mélange optimum.

1°- ÉLÉMENTS D'UN CARBURATEUR -

Tout carburateur comprend : (fig. 80)

- a)- un corps de carburateur;
- b)- une cuve à niveau constant;

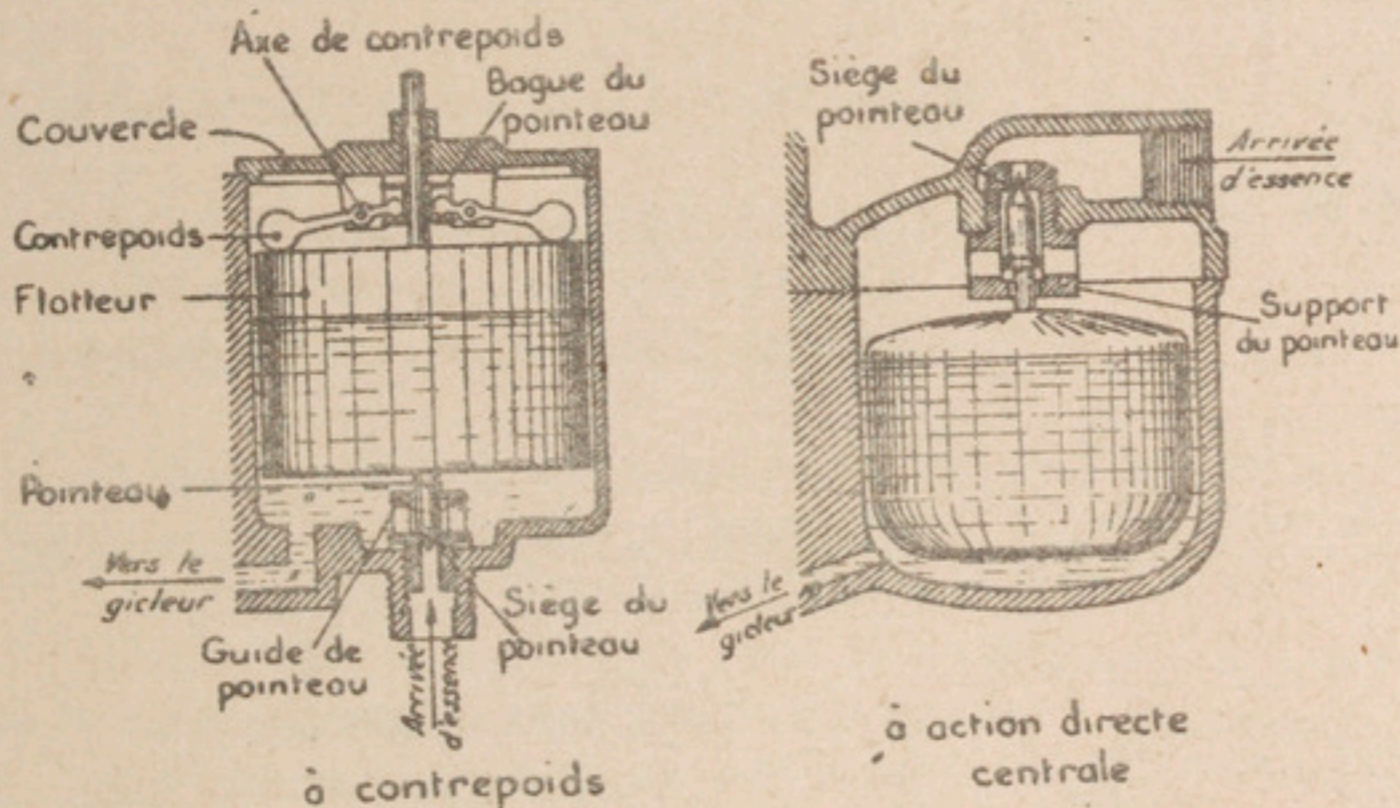


Fig. 81

Un pointeau, commandé par un flotteur, ferme l'arrivée de l'essence dans une cuve lorsque le niveau est convenable. Le plus souvent (fig. 81) l'arrivée d'essence se fait par le haut et le flotteur commande directement le pointeau.

- c)- une buse ou diffuseur, dont le rôle est double :

- 1°- accroître la vitesse du courant d'air
- 2°- régler le débit d'air au passage de la section contractée.

d)- un gicleur dont l'orifice calibré règle le débit d'essence; il est alimenté par la cuve à niveau constant;

e)- un papillon relié à la pédale d'accélérateur;

f)- une chambre de carburation comprise entre le gicleur et la base d'une part, et le papillon d'autre part.

L'air, aspiré par la dépression au premier temps du cycle, entre par la prise d'air du carburateur. Il passe au diffuseur, au centre duquel la dépression fait débi-
ter l'essence du gicleur. Le mé-
lange se fait dans la chambre de carburation; il parvient ensuite au cylindre par la tuyauterie d'admission, en quantité variable suivant la position du papillon.

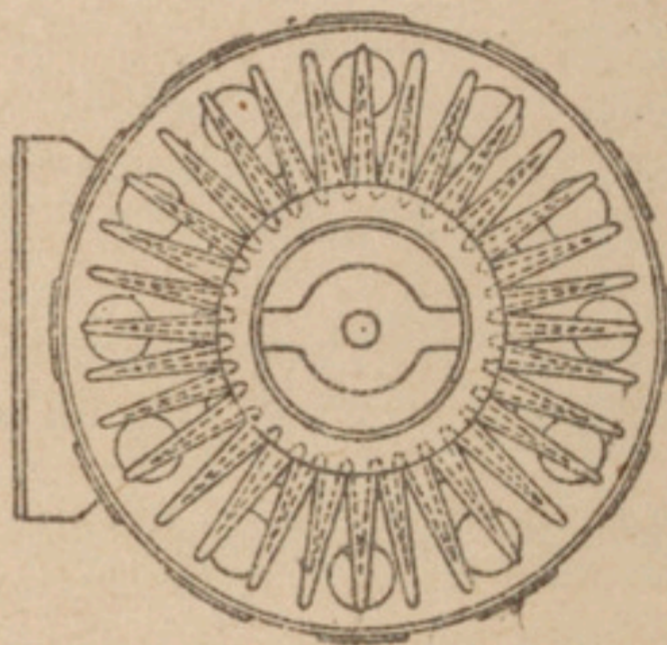
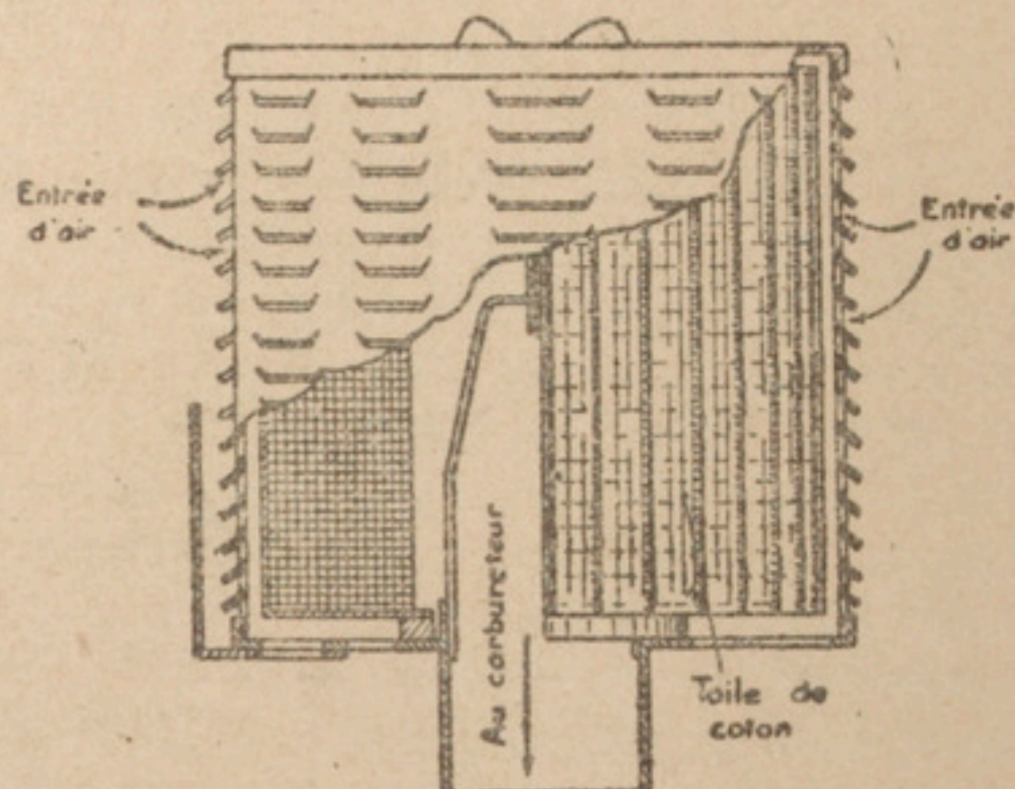


Fig. 82 Filtre à air Tocalémit.

ÉPURATION de l'AIR.

La tendance actuelle est d'épurer l'air avant son admission dans le

diffuseur. Les appareils conçus dans ce but utilisent :

- soit la force centrifuge développée lors d'un mouvement giratoire de l'air;
- soit son filtrage au travers de tissus appropriés (fig.82);
- soit l'inertie des corps solides en suspension dans l'air obligé de changer brusquement d'orientation (fig.83)

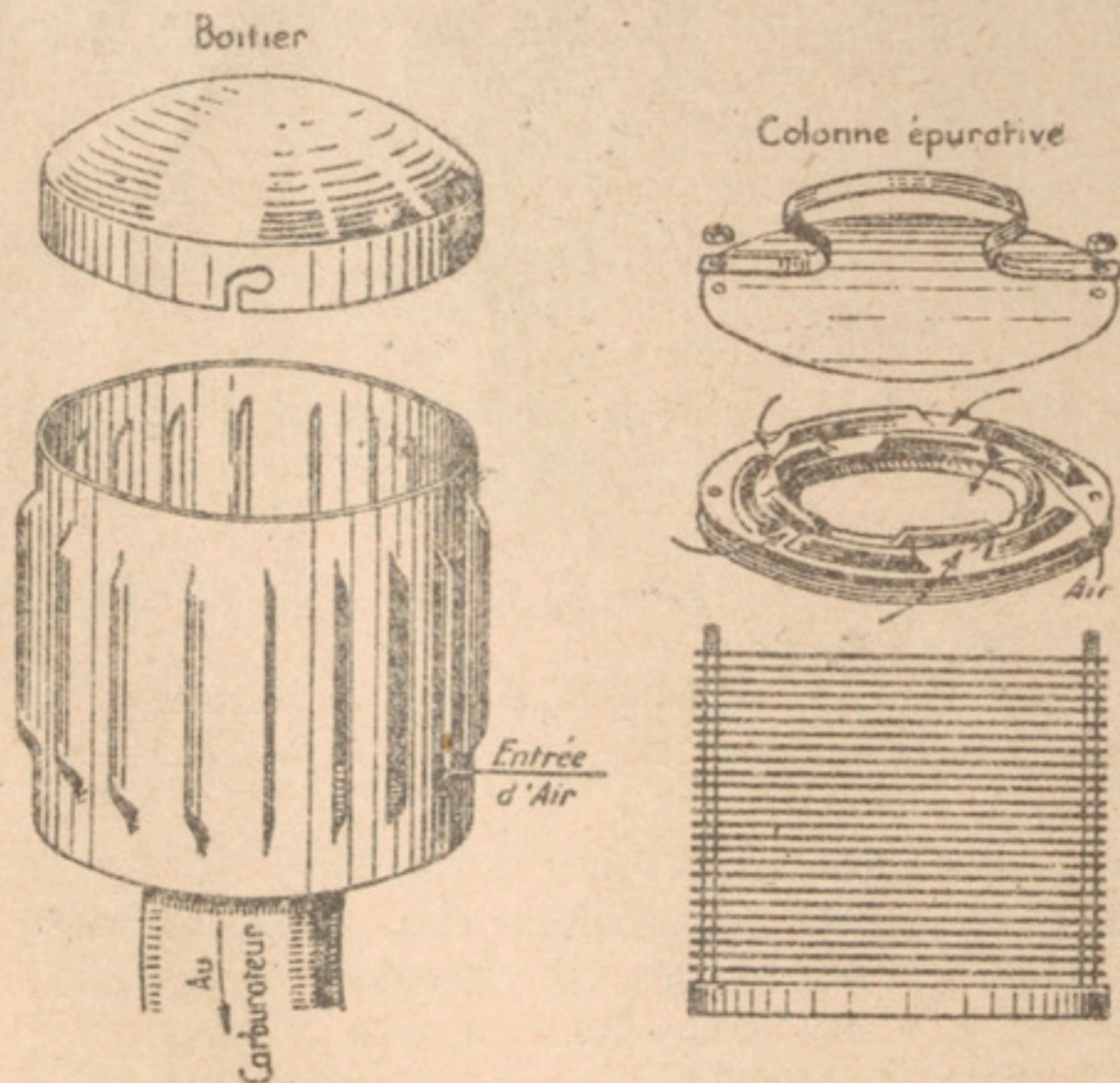


Fig.83 - Epurateur à chicenes.

2°- PRINCIPES D'AUTOMATICITÉ-CARBURATEURS EN SERVICE.

Jusqu'à ces dernières années, les carburateurs donnaient automatiquement et dans tous les cas le mélange de puissance maximum.

Le carburateur élémentaire qui vient d'être étudié donnerait ce dosage pour des conditions de fonctionnement déterminées; par exemple un gicleur de 80/100 de millimètre et un diffuseur de 21 millimètres conviendraient à une vitesse de 800 tours-minute pour un moteur donné marchant papillon ouvert en grand.

Mais si ces conditions particulières changent, le dosage se modifie, les lois d'écoulement de l'air et de l'essence à travers des orifices constants, sous l'influence de la dépression, sont différentes; si le moteur accélère en restant alimenté à plein gaz (ce qui accroît la dépression), il y a excès d'essence, le mélange est trop riche; inversement, il est trop pauvre au ralenti à trois cents tours-minute; le carburateur élémentaire ne donne pas automatiquement le dosage correct à toutes les vitesses de rotation du moteur.

Les procédés utilisés pour l'obtenir font appel à un ou plusieurs des trois principes, dits principes d'automaticité, qui seront étudiés avec les carburateurs en service. Ce sont :

- le principe de l'air secondaire;
- le principe du gicleur noyé;
- le principe de la compensation.

Généralement on améliore encore l'action de ces principes par la mise en dérivation du gicleur.

A l'heure actuelle les constructeurs de carburateurs tendent de plus en plus vers un appareil donnant automatiquement :

- le mélange de puissance maximum chaque fois que l'on a besoin de cette puissance;
- un mélange de dosage variable, ou tout au moins économique parce que moins riche, chaque fois que la puissance maximum n'est pas demandée au moteur.

Ce résultat est obtenu en adjoignant aux carburateurs classiques un dispositif, le plus souvent commandé par le papillon, qui peut, chaque fois que ce dernier n'est pas ouvert en grand, soit diminuer la quantité d'essence fournie par la cuve, soit faire passer le carburant arrivant au gicleur à travers un autre gicleur dit gicleur économiseur.

RALENTI ET REPRISES.

Indépendamment de la marche normale, le moteur doit pouvoir tourner à l'extrême ralenti à vide (250 à 300 tours-minute).

Son alimentation, dans ces conditions très particulières, est généralement confiée à un carburateur spécial, dit de ralenti.

La reprise est le passage du ralenti à la marche normale. Elle est caractérisée par une tendance à l'appauvrissement du mélange.

En effet, lorsque le papillon s'ouvre brusquement, la dépression diminue dans la tuyauterie d'admission, ce qui provoque des condensations d'essence sur les parois. D'autre part, le carburant provenant du gicleur de marche normale, étant plus lourd que l'air, ne sera pas débité immédiatement, ce qui est encore une cause d'appauvrissement. Il faudra donc prévoir un dispositif particulier enrichissant momentanément le mélange, si l'on veut obtenir une franche accélération du moteur.

LANCEMENT DU MOTEUR.

Le système de ralenti des carburateurs donne un dosage convenable pour une vitesse de rotation de l'ordre de 300 tours-minute. Au départ, cette vitesse tombe à 100 tours-minute et le mélange serait pauvre pour s'enflammer, surtout avec un moteur froid.

On l'enrichit par l'un des procédés suivants :

- fermeture, au moins partielle, des prises d'air, avec un volet spécial, dit volet de départ;

- adjonction d'essence par un carburateur spécial dit carburateur de départ, ou dispositif de départ, ou starter, donnant un mélange très riche.

Il faut éviter un excès d'essence important qui empêche également l'inflammation et donne ensuite de très grandes difficultés de lancement à chaud, indépendamment des dangers de dilution de l'essence dans l'huile de graissage, ce qui diminue le pouvoir lubrifiant de cette dernière.

a)- PRINCIPE DE L'AIR SECONDAIRE.

Le gicleur est choisi par rapport au diffuseur de manière que le mélange soit correct pour la dépression minimum. Lorsque la dépression augmente, le mélange a tendance à s'enrichir. On empêche cet enrichissement en faisant ouvrir par la dépression une entrée d'air secondaire, qui augmente le débit total de l'air et diminue la dépression agissant sur le gicleur, donc le débit d'essence. Ce principe autrefois employé sur le carburateur Renault n'est plus guère en usage aujourd'hui.

b)- PRINCIPE DU GICLEUR NOYÉ.

Placé au-dessous du niveau d'essence de la cuve. Le gicleur est choisi par rapport au diffuseur de manière que le mélange soit correct pour les fortes dépressions.

Il débite : 1°) - sous l'influence de la dépression
2°) - sous l'influence de la pression due à la différence des niveaux de la cuve et du gicleur. Quand la dépression diminue; le mélange aurait tendance à s'appauvrir.

- a) Le débit l diminue,
 - b) Le débit reste constant
- Le mélange reste donc correct

Mais pour une dépression nulle il y a débit d'essence d'où la nécessité de surmonter le gicleur d'un tube dit tube de garde.

Exemple : Carburateur Solex (Type F à starter automatique).

Le gicleur principal, ou de marche normale, est réglé pour la dépression la plus forte. Quand celle-ci diminue, le mélange a tendance à s'appauvrir mais la différence de niveau provoquant un débit relativement grand corrige cette tendance.

CARBURATEUR SOLEX TYPE F A STARTER AUTOMATIQUE.

Le gicleur principal, dit aussi de marche normale, est noyé (fig. 84). il est surmonté d'un tube de garde (fig.85) qui est rempli d'essence tant qu'on ne demande aucun débit au gicleur. Cette essence est absorbée au moment où l'on ouvre le papillon, elle facilite la reprise.

Pendant la reprise, l'air prend la place de l'essence dans le tube de garde en pénétrant par les orifices O ménagés à la base du chapeau de gicleur; il contourne ensuite le

tube de garde et redescend émulsionner l'essence par les événements D, C, B, disposés le long du tube gicleur; l'air venant du ralenti déjaugé après la reprise par A. En marche normale, le gicleur est déjaugé dans sa partie située au-dessus de l'orifice calibré; il débite comme gicleur noyé mis en dérivation.

Le carburateur Solex comporte un système de ralenti soumis à l'action de la dépression quand le papillon est fermé; il est utilisé pendant le fonctionnement aux basses allures et pour le lancement du moteur à

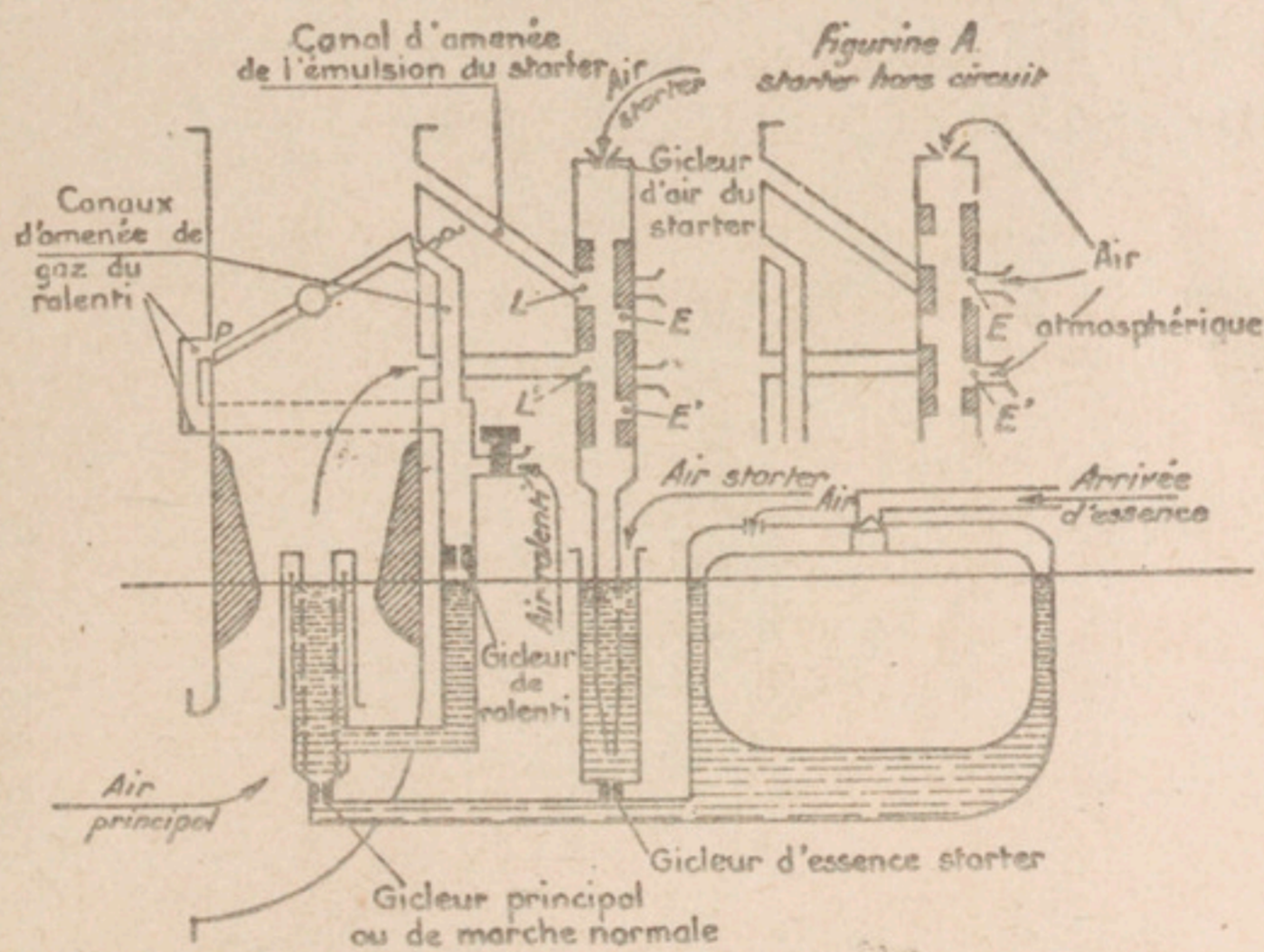


Fig. 84 - Schéma du carburateur Solex Type F à starter automatique.

chaud. Le tube de garde alimente le ralenti; toute l'essence envoyée aux gicleurs est ainsi contrôlée par le gicleur principal.

Le ralenti débouche dans un canal circulaire d'où partent deux dériviations aboutissant à la tuyauterie en deux points diamétralement opposés P et P' (Fig. 84).

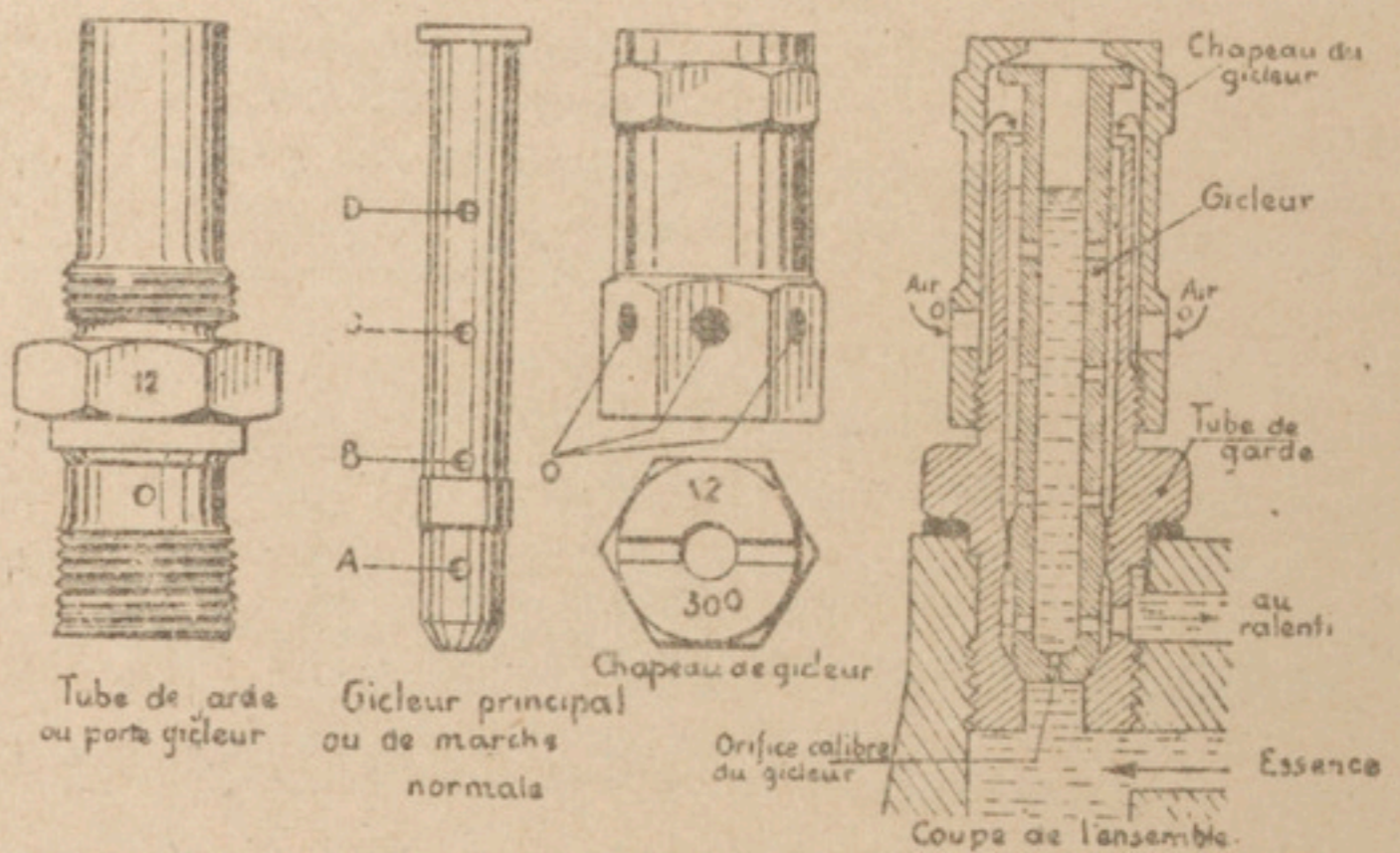


Fig. 85

A l'extrémité supérieure de son grand axe, le papillon porte un onglet dont l'effet est de prolonger l'action du ralenti pour les périodes d'admission réduite (papillon peu ouvert) et d'assurer la progressivité du ralenti.

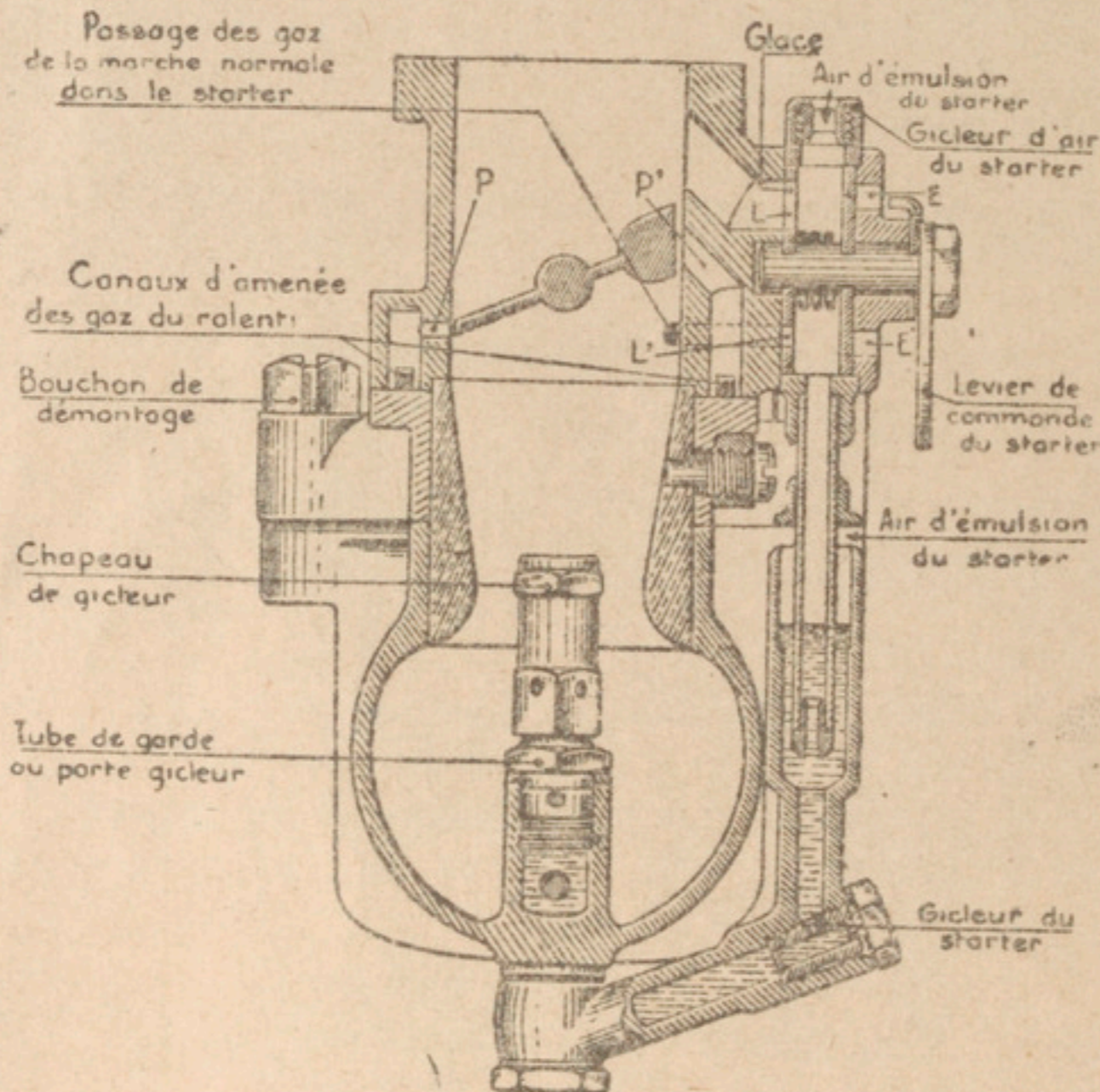


Fig. 86 - Coupe du starter Solex.

C/- PRINCIPE DE LA COMPENSATION.

Le débit d'essence est assuré par un ensemble de deux gicleurs (Fig. 87). L'un, appelé gicleur principal, placé normalement donnerait s'il était seul un mélange allant en s'enrichissant avec l'accroissement de la dépression. L'autre, appelé compensateur, dont le débit est constant, c'est-à-dire indépendant de la dépression, donnerait s'il était seul un mélange allant en s'appauvrissant avec le même accroissement de dépression.

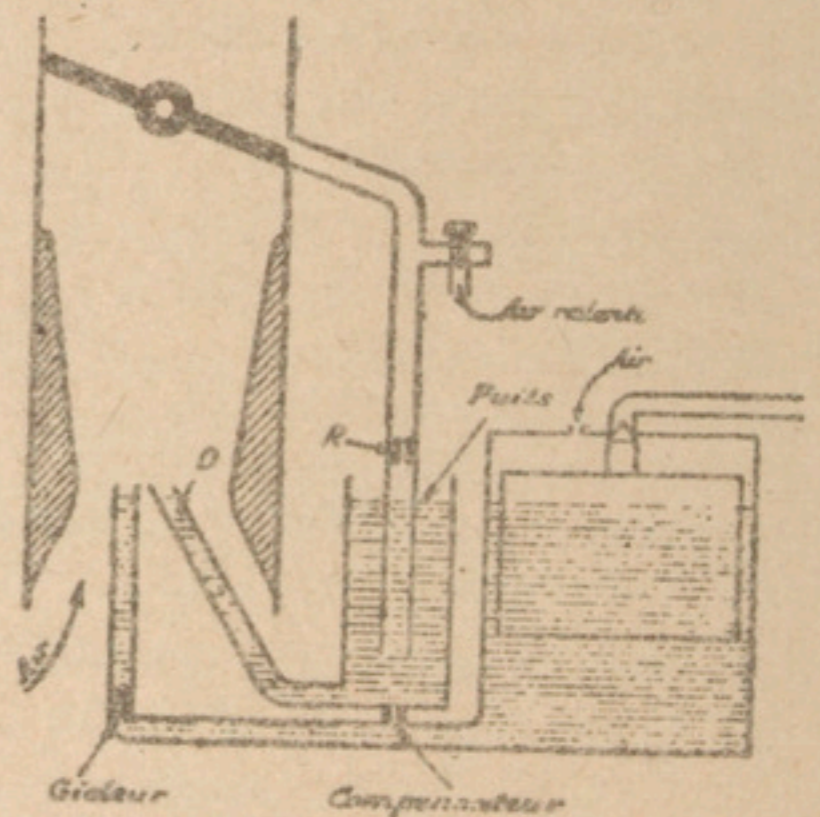


Fig. 87

Les deux gicleurs convenablement choisis fournissent une quantité d'essence assurant un dosage correct du mélange.

Exemple :

CARBURATEUR ZENITH TYPE U.

Ce carburateur possède un dispositif de ralenti constitué par un gicleur de ralenti placé dans un puits pratiquement plein d'essence pour le lancement du moteur et le ralenti (fig.87 et fig.88).

Deux orifices calibrés débitent l'essence nécessaire à la marche normale : le gicleur principal réglé pour la plus grande vitesse de rotation du moteur; le compensateur chargé de fournir l'appoint nécessaire aux vitesses moyennes et faibles. C'est un gicleur placé au-dessous du niveau constant et soustrait à la dépression; il débite à la base du puits qui contient le gicleur de ralenti et dans lequel règne la pression atmosphérique.

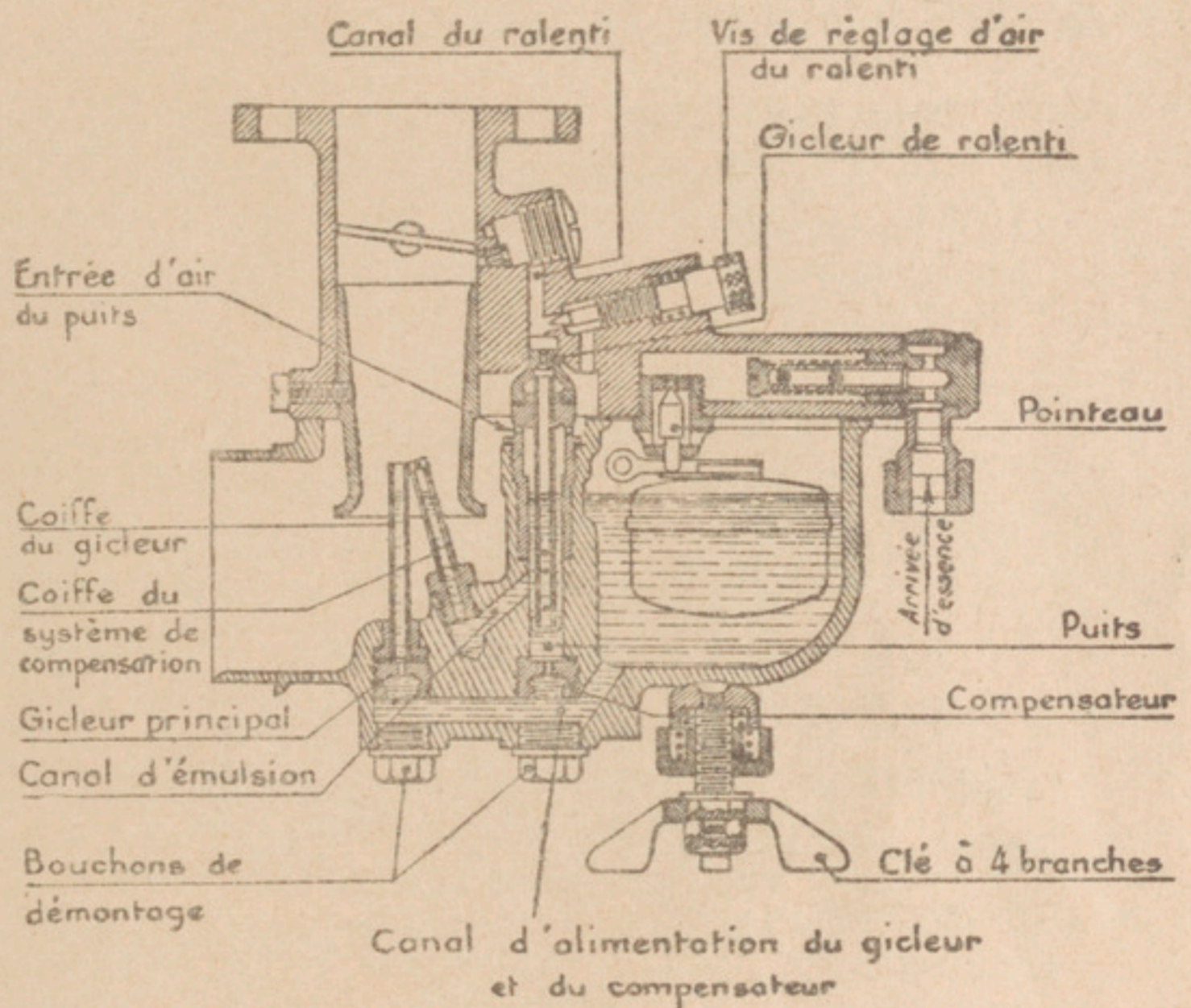


Fig.88 - Carburateur Zénith Type U.

Au départ et au ralenti, le compensateur est plus que suffisant pour ravitailler le puits qui reste plein.

A la reprise, l'essence du puits est rapidement envoyée dans la chambre de carburation par un tube spécial débouchant à proximité du gicleur principal. Ce tube a une section supérieure à celle du gicleur.

En marche normale le puits reste vide; le compensateur serait soumis à la dépression si la pression atmosphérique ne se faisait sentir par l'entrée d'air du puits.

Le compensateur a donc

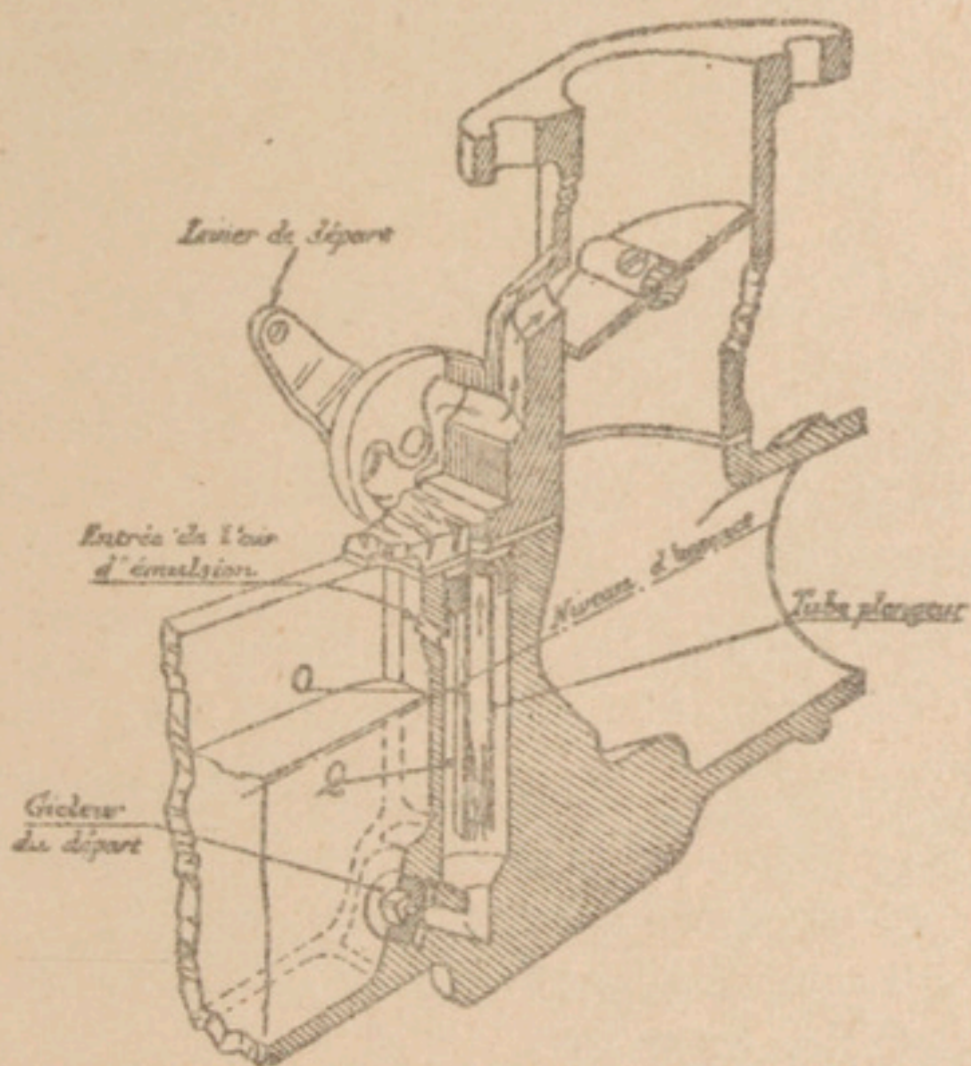


Fig.89 - Starter du carburateur Zénith type T.

pratiquement un débit constant dû seulement à sa différence de niveau avec l'essence de la cuve, et fournit une proportion d'essence d'autant plus grande que le moteur tourne plus lentement, c'est-à-dire que la quantité d'air aspirée dans l'unité de temps est plus petite.

Il compense par conséquent la diminution relative du débit du gicleur principal lorsque le moteur ralentit.

L'essence débitée en marche normale par le compensateur est émulsionnée dès sa sortie par l'air venant du puits et envoyée dans la chambre de carburation par le tube spécial.

Pour faciliter les départs à froid, les derniers modèles Zénith type U.S. et type F comportent un dispositif de départ, appelé "starter" (fig.89), qui peut être mis en circuit ou hors circuit d'alimentation par le jeu d'une commande à tirette.

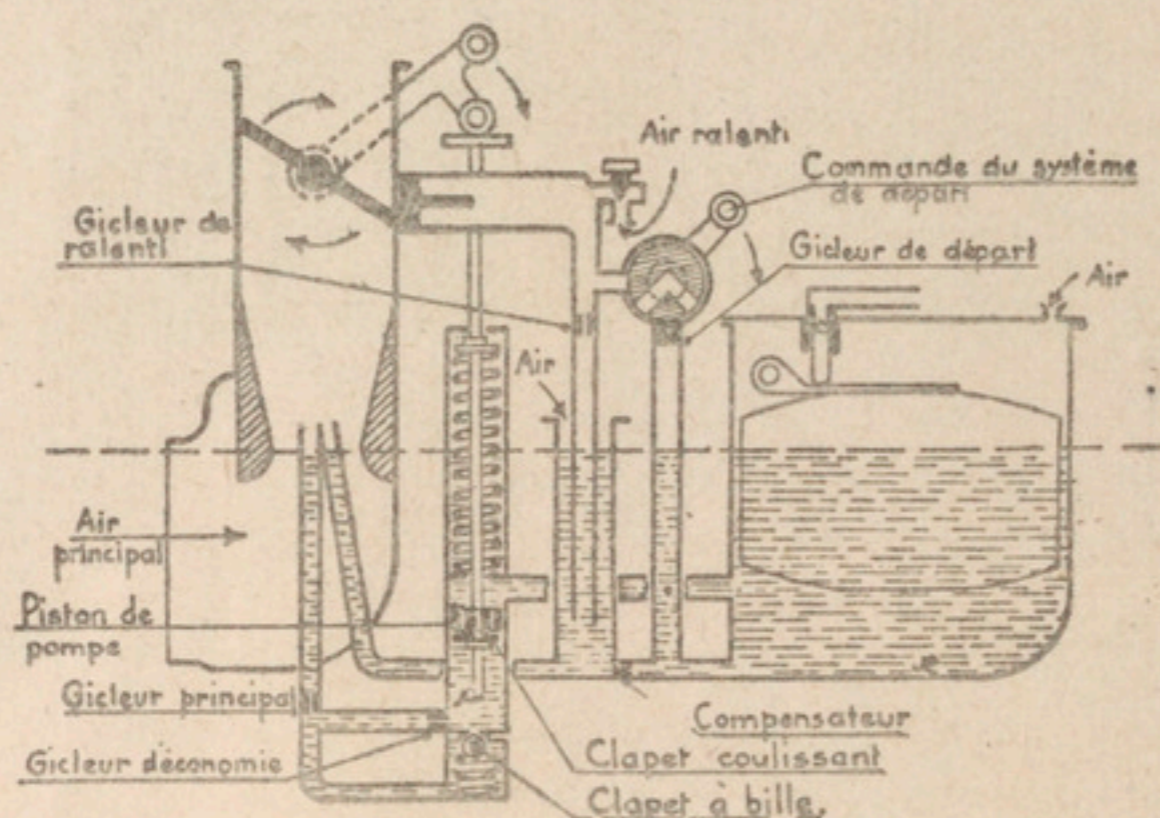


Fig.90 - Schéma du carburateur Zénith UP.

alimentation (fig.90) permettant l'obtention d'un mélange de dosage économique si toute la puissance du moteur n'est pas utile.

A cet effet, lorsque le papillon des gaz n'est pas complètement ouvert, l'essence arrive au gicleur principal à travers les canaux au piston de pompe et à travers le gicleur d'économie. Lorsque le papillon des gaz est à la position de pleine ouverture, la tige de pompe repousse un clapet à bille, l'essence arrive directement au gicleur principal et le carburateur fournit un mélange dont le dosage est celui de puissance maximum.

De plus, lors d'une reprise brusque, un clapet coulissant obture les canaux du piston et l'essence contenue dans le bas du corps de pompe est chassée à travers le gicleur ce qui enrichit momentanément le mélange. Si l'on accélère lentement, le clapet coulissant reste éloigné du piston, la pompe est alors sans action sur la reprise.

La cuve à niveau constant alimente directement la capacité du starter en essence et en air; l'essence arrive à travers le gicleur de départ placé à la partie inférieure, l'air par un orifice d'entrée de l'air d'émulsion situé à la partie supérieure.

Le tube plongeur porte un trou de ventilation placé légèrement au-dessous du niveau constant de la cuve.

Certains carburateurs Zénith possèdent un système à pompe d'accélération et double

CHAPITRE IX

RÉGLAGE DES CARBURATEURS RÉGULATEURS

Les indices ordinaires d'une mauvaise carburation sont les suivants :

Mélange trop riche : le moteur part bien à froid et mal à chaud; il a une marche saccadée au ralenti ou aux reprises; la consommation est exagérée; la porcelaine des bougies est noir mat; les gaz d'échappement ont une couleur noire et sentent l'essence.

Mélange trop pauvre : le lancement du moteur à chaud est difficile sans l'intervention du dispositif de départ à froid; il y a des retours de flamme au carburateur, en particulier aux reprises; le moteur cale facilement au ralenti, il manque de puissance; la porcelaine des bougies est blanche, et celles-ci chauffent.

Les retours sont dus à ce que le mélange trop pauvre brûle lentement dans le cylindre pendant toute la détente et tout l'échappement, et enflamme la cylindrée suivante dès l'ouverture de l'admission.

Le réglage se fait par remplacement (et non modification) des gicleurs et plus rarement des diffuseurs.

Le diamètre des gicleurs varie de 5 en 5 centièmes de millimètre; il devra être vérifié avant montage. Celui des diffuseurs varie de millimètre en millimètre.

On cherche à obtenir :

- un lancement facile du moteur;
- un ralenti régulier;
- une vitesse maximum en palier et en côte sans consommation exagérée.

La vitesse sera chronométrée en prenant la moyenne des deux sens; la consommation sera mesurée avec soin au moyen de récipients gradués et portera sur un parcours d'au moins 50 kilomètres en circuit fermé moyennement accidenté.

RÉGULATEURS.

Les régulateurs sont des appareils utilisés sur les poids lourds pour limiter la vitesse de rotation du moteur. L'emballement d'un tel

moteur est à craindre quand le véhicule circule à vide, ce qui pourrait amener de graves détériorations.

Un régulateur centrifuge comprend deux masses, rapprochées l'une de l'autre par un ressort, et articulées sur un plateau calé sur un arbre du moteur (fig.91). Lorsque le moteur s'emballe, la force centrifuge l'emporte sur la tension du ressort, les masses s'écartent et font coulisser, par un jeu de leviers, un manchon commandant la fermeture d'un obturateur spécial placé entre le carburateur et le collecteur d'admission.

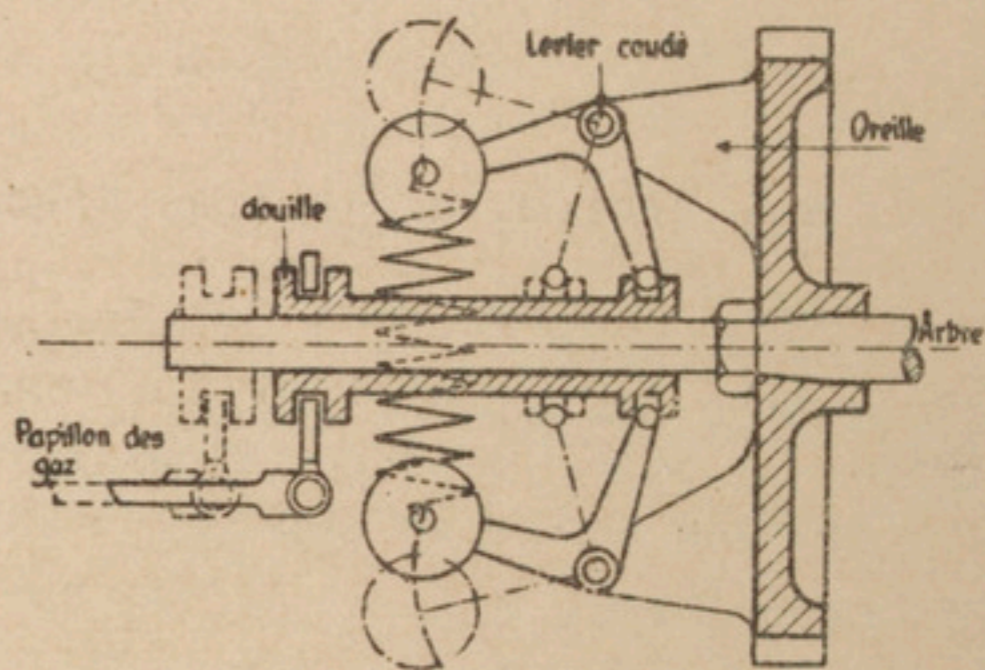


Fig.91 - Limiteur de vitesse.

Les régulateurs à dépression sont basés sur le fait que la dépression dans la tuyauterie d'admission augmente avec la vitesse du moteur.

On fixe une prise de dépression en aval du carburateur et on la fait agir dans un cylindre contenant un piston relié à un papillon comme l'indique la figure 92.

Un ressort compensateur agit en sens inverse de la dépression et c'est par le réglage de la tension de ce ressort qu'on limite la vitesse de rotation à une valeur déterminée.

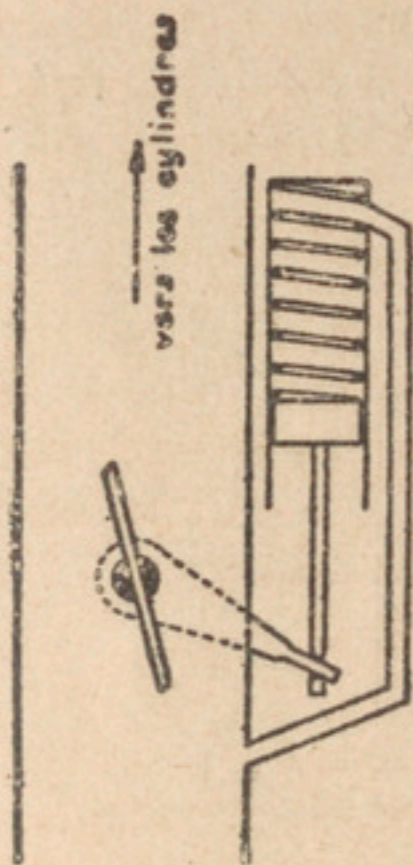


Fig.92 - Schéma de principe d'un régulateur à dépression.

Les régulateurs doivent présenter le moins d'inertie possible pour ne pas agir trop tard et ramener ensuite la vitesse du moteur à une valeur trop faible.

CHAPITRE X

ALLUMAGE - GÉNÉRALITÉS

Le système d'allumage doit provoquer l'inflammation du mélange gazeux dans les cylindres au moment voulu. Ce moment varie d'ailleurs suivant les conditions de fonctionnement.

Les moteurs Diesel utilisent l'auto-allumage par compression; les semi-Diesel une boule d'allumage (allumage par paroi chaude), et tous les moteurs d'automobile utilisant les carburant légers ou gazeux, l'allumage électrique à haute tension.

ETUDE DE LA COMBUSTION.

La combustion du mélange gazeux se propage avec une certaine vitesse qui est de l'ordre de vingt mètres par seconde. C'est surtout la durée totale de combustion de la cylindrée qu'il est intéressant d'étudier.

Cette durée dépend des dimensions du cylindre et de l'emplacement de la bougie; elle est beaucoup plus grande, à cylindrée égale, dans un moteur en T avec bougie dans une chapelle, que dans un moteur en I avec bougie au centre de la culasse. On peut d'ailleurs la réduire en provoquant l'inflammation en plusieurs points (double allumage, ou allumage jumelé).

Si les gaz sont animés de violents tourbillonnements, l'inflammation sera plus rapide. Ce phénomène, appelé turbulence, provoqué par une culasse de forme spéciale (fig.48), peut varier beaucoup suivant la vitesse du moteur et la quantité de gaz admis.

La compression des gaz augmente la vitesse d'inflammation et réduit par conséquent le temps total de combustion. Enfin cette vitesse est d'autant plus grande que l'étincelle est plus volumineuse et plus chaude, et le mélange plus homogène; elle dépend naturellement du carburant employé.

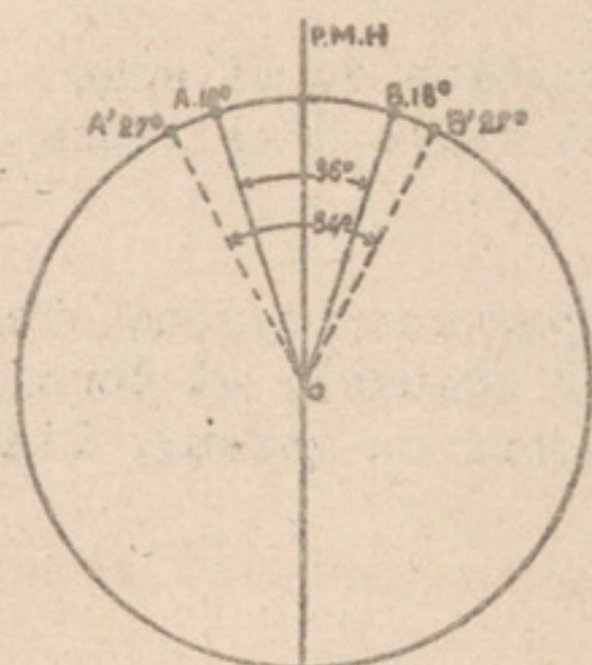
L'avance à l'allumage est donc variable suivant les moteurs et les combustibles. Mais elle doit varier aussi suivant les conditions d'emploi d'un moteur donné.

Les deux causes essentielles de modification de l'avance sont:

- la variation de vitesse du moteur;

- la variation du taux de remplissage, qui est le rapport entre le volume de gaz (mesuré à la pression atmosphérique) envoyé à chaque cylindre, et le volume réel de la cylindrée. Ce taux a une valeur moyenne de 8/10 à 9/10 en marche normale, mais il peut baisser beaucoup si l'on réduit l'admission au moyen du papillon ou si la vitesse de rotation du moteur devient trop grande.

Variation de vitesse du moteur. - Supposons que la combustion dure 1/300 de seconde. Cette durée, à remplissage égal, est indépendante de la vitesse du moteur.



Si le moteur tourne, à ce moment, à 1.800 tours-minute, il tournera de :

$$\frac{1.800 \times 360^\circ}{60 \times 300} = 36^\circ \text{ pendant la combustion.}$$

On donnera, par exemple, 18° d'avance, ce qui placera la combustion à cheval sur le P.M.H. (fig.93).

Fig.93

La combustion commence en A et finit en B.

Si maintenant le moteur accélère à 2.700 tours-minute, il tournera de :

$$\frac{2.700 \times 360^\circ}{60 \times 300} = 54^\circ \text{ pendant la combustion.}$$

Si l'on veut maintenir la combustion à cheval sur le P.M.H., il faut qu'elle commence maintenant en A', avec 27° d'avance au lieu de 18°.

L'avance à l'allumage doit donc augmenter avec la vitesse du moteur.

Variation du remplissage. - Supposons que la voiture roule en palier, le papillon à demi-ouvert, à une vitesse donnée correspondant à une allure de 1.800 tours-minute du moteur. La durée de combustion, dans ces conditions, est par exemple de 1/300 de seconde.

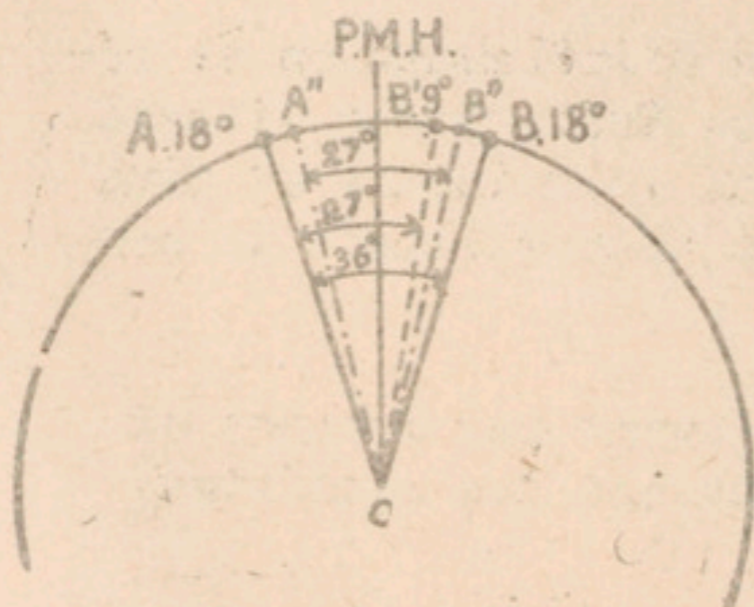


Fig.94

Une côte se présente que la voiture monte sans ralentir ni changer la démultiplication; le régime du moteur n'a pas changé, mais il a fallu appuyer à fond sur l'accélérateur et augmenter le taux de remplissage. La vitesse d'inflammation s'est accrue avec la pression des gaz, la durée totale de combustion est passée, par exemple, à 1/400 de seconde.

Si l'on conserve la même avance, le point d'allumage reste en A

(fig.94). Mais l'angle dont tourne le vilebrequin pendant la durée totale de la combustion n'est plus que de :

$$\frac{1.800 \times 360^\circ}{60 \times 400} = 27^\circ$$

La fin de la combustion est en B', la combustion n'est plus à cheval sur le P.M.H.; le moteur cliquettera et perdra de la puissance. Il faut diminuer l'avance et commencer la combustion en A'' (avance 13°,5).

L'avance doit varier en sens inverse du taux de remplissage.

Pratiquement, l'avance doit augmenter avec la vitesse de rotation du moteur, mais non proportionnellement.

Le conducteur devra toujours mettre le plus d'avance possible. Il sera averti s'il y a excès par le cliquetis, bruit métallique anormal qui se produit dans le moteur dans ce cas. Il devra alors enlever juste assez d'avance pour le faire cesser.

Une insuffisance d'avance amène une perte de puissance et l'échauffement du moteur.

CHAPITRE XI

ALLUMAGE A HAUTE TENSION.

L'allumage à haute tension, le seul employé sur les moteurs à explosion comprend toujours :

1°- une source de courant à basse tension (de l'ordre de 10 à 20 volts) qui peut être soit la batterie d'éclairage de la voiture, soit un enroulement de fil conducteur traversé par un flux magnétique variable (magnéto).

2°- des organes transformant ce courant à basse tension en courant à haute tension (de l'ordre de 15.000 volts) et qui sont :

a)- le transformateur proprement dit constitué par un enroulement primaire et un enroulement secondaire superposés sur un noyau unique.

b)- le rupteur qui interrompt et rétablit périodiquement le courant primaire pour produire les variations de courant inducteur nécessaires à la production d'un courant secondaire induit.

3°- un appareil distributeur qui dirige le courant secondaire sur chacun des cylindres au moment opportun (début du 3^{ème} temps).

4°- des organes de sécurité :

a)- condensateur placé en dérivation entre les contacts du rupteur et la masse pour absorber le courant de self-induction qui se produit au moment de la rupture et qui, passant sous forme d'étincelles, détériorerait la surface de ces contacts.

b) parafoudre placé en dérivation entre le circuit secondaire et la masse de la voiture pour livrer passage aux surtensions éventuelles qui risqueraient de provoquer des étincelles à travers l'isolant des fils secondaires du transformateur, mettant celui-ci hors d'usage (grillage du secondaire).

c) interrupteur destiné à permettre d'arrêter le moteur en coupant le circuit primaire et, dans le cas de l'allumage par batterie, à empêcher en outre la batterie de se décharger à travers la bobine à l'arrêt.

5°- des bougies formées de deux électrodes entre lesquelles jaillit l'étincelle, électrodes séparées par un isolant à haute résistance.

Tous ces organes constituent deux circuits distincts :

- un circuit primaire qui comprend la source de courant, le rupteur, le condensateur, l'enroulement primaire du transformateur et l'interrupteur;

- un circuit secondaire qui comprend l'enroulement secondaire du transformateur, le distributeur, le parafoudre, les fils de bougie et les bougies.

Toutefois, l'un et l'autre circuit se ferment par l'intermédiaire de la masse métallique de la voiture évitant ainsi les fils de retour.

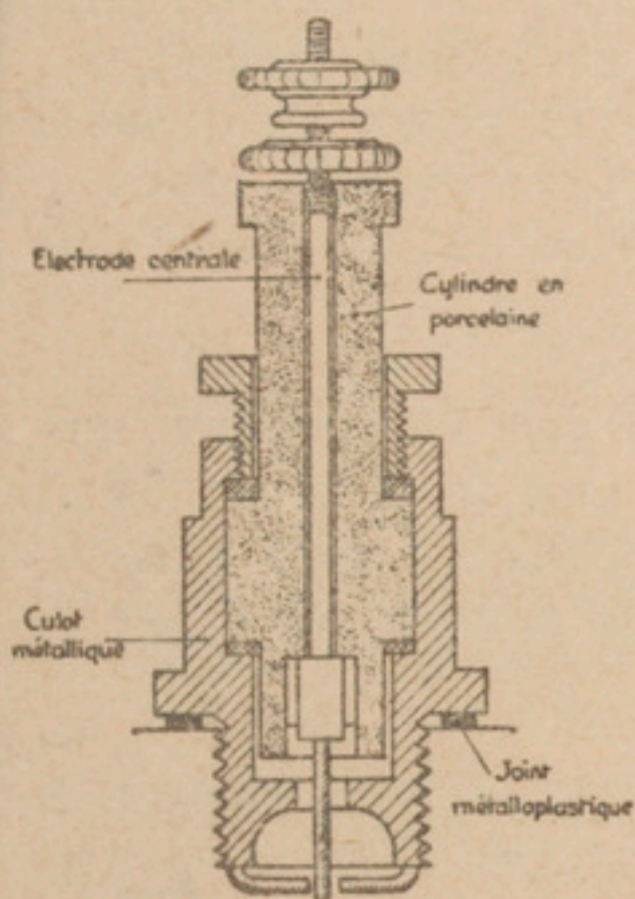


Fig. 95 - Bougie.

Les appareils d'allumage sont classés d'après la source de courant primaire en :

- 1°- appareils d'allumage par batterie;
- 2°- magnétos à induit tournant;
- 3°- magnétos à induit fixe.

ALLUMAGE PAR BATTERIE. (genre Delco)

1°- Source de courant : la batterie d'accumulateurs du véhicule, constamment rechargée par une dynamo que le moteur entraîne.

2°- Organes de transformation du courant. Dans ce genre d'appareils, le transformateur ou bobine d'allumage constitue un organe entièrement séparé du rupteur, ce dernier formant bloc avec le distributeur.

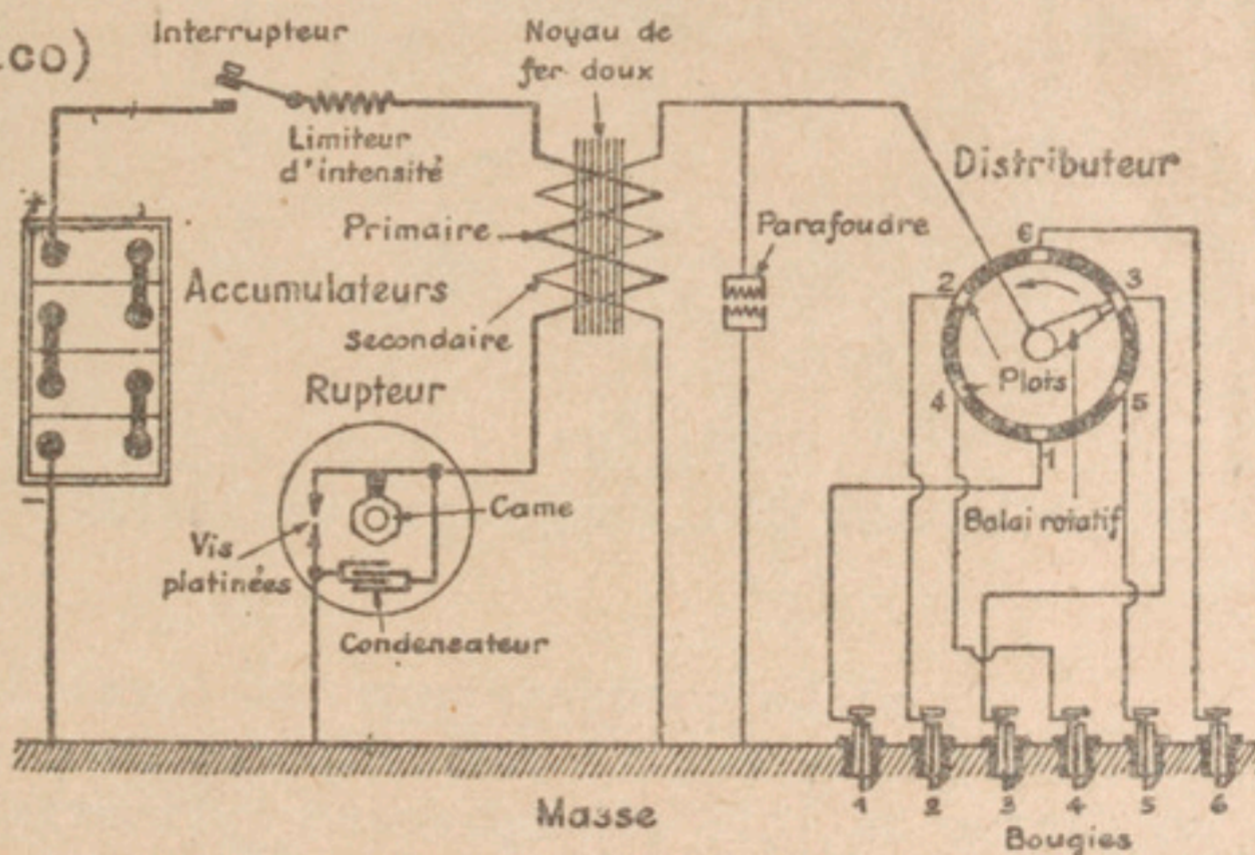


Fig. 96
Schéma d'allumage par batterie

a) Le rupteur (voir plus loin fig. 123 et 125) comprend une came tournante qui comporte autant de bossages qu'il y a de cylindres. Cette came tournant à demi-vitesse du moteur vient attaquer un levier pivotant ou fléau muni d'une vis platinée. Il l'écarte ainsi d'une deuxième vis platinée fixe au passage de chaque bossage, produisant une succession de ruptures et de rétablissements du courant.

b.....

b) La bobine d'allumage comprend dans un carter en tôle un noyau de fer doux feuilleté autour duquel est disposé un enroulement primaire d'une centaine de mètres de longueur et d'environ 1 millimètre de diamètre. Autour du primaire se trouve un enroulement secondaire de deux à trois mille mètres de longueur, ayant un diamètre de 5 à 10 centièmes de millimètre et isolé par du vernis.

A chaque variation de courant primaire produite par le rupteur, un courant secondaire à haute tension prendra naissance par induction. Sa tension sera d'autant plus élevée que la rupture du primaire sera plus rapide et que la longueur de l'enroulement induit sera plus grande par rapport à celle de l'enroulement inducteur.

3^e - Le distributeur, placé sur le même axe que le rupteur reçoit le courant secondaire dans un porte-éclateur rotatif par l'intermédiaire du charbon de distributeur qui appuie en son centre et qui est relié au secondaire de la bobine par un cable de connexion haute tension et une prise de courant.

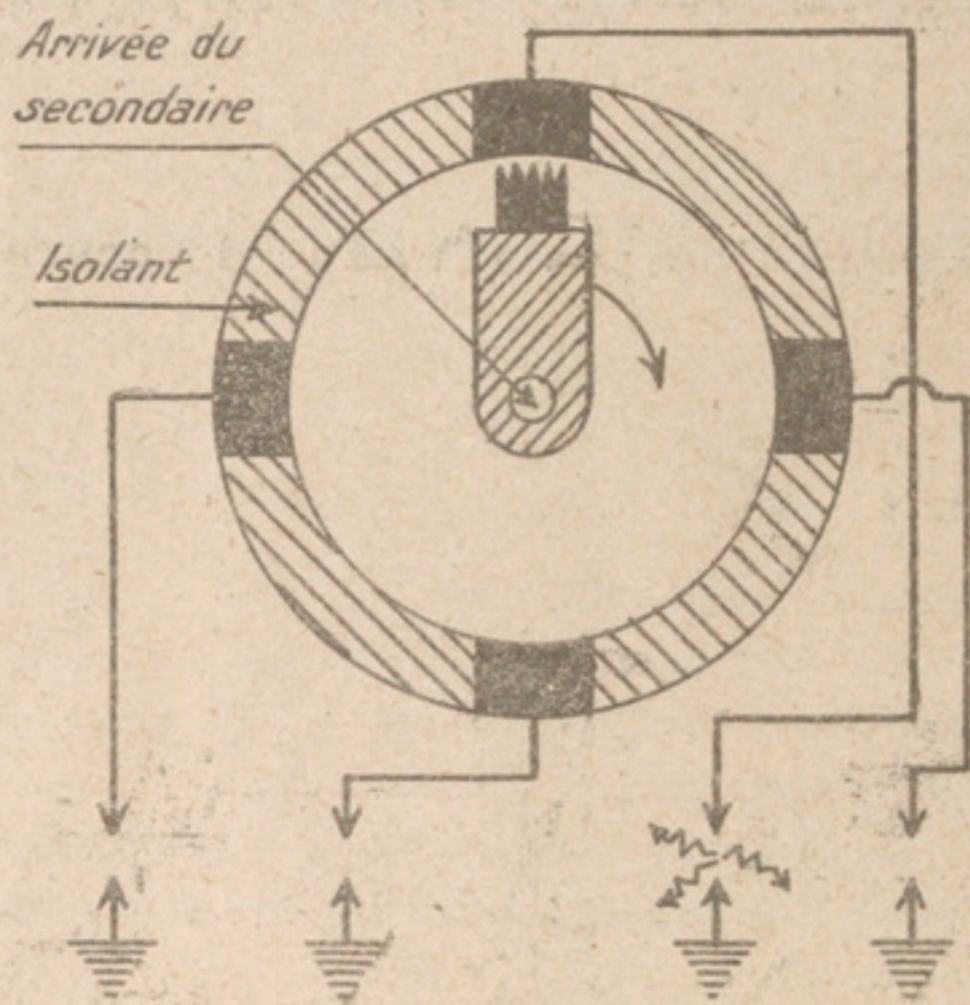


Fig. 97

Distributeur d'allumage par batterie.

Ce porte éclateur en tournant présente successivement les dents dont il est muni devant des plots fixes et à quelques dixièmes de millimètres d'eux. Le courant passe par disrapture, c'est-à-dire sous forme d'étincelle et, des plots, est dirigé sur les bougies par l'intermédiaire des fils de bougie.

4^e - Organes de sécurité.

a) Le condensateur est formé de feuilles d'étain empilées et isolées par du papier paraffiné ou du mica, l'ensemble étant contenu dans un carter de tôle généralement cylindrique accolé au boîtier du rupteur.

b) Le parafoudre est constitué par une lamelle de métal découpée en pointes dont l'extrémité se trouve à quelques millimètres d'une pièce métallique reliée à la masse.

Cet écartement est tel que la résistance offerte par le parafoudre au courant soit plus grande que celle qu'offrent les bougies en fonctionnement normal et plus petite que celle de l'isolant de l'enroulement secondaire.

Le parafoudre est généralement placé à l'intérieur de l'enveloppe métallique de la bobine d'allumage.

c) L'interrupteur, placé sur le tableau de bord permet d'arrêter le moteur en coupant le passage du courant de la batterie à travers

la bobine et d'éviter que les accumulateurs ne se déchargent à l'arrêt à travers celle-ci.

Une lampe témoin lui est généralement adjointe pour avertir le conducteur que le courant passe.

d) Enfin, certains modèles comportent une résistance constituée par un fil dont la conductibilité décroît quand sa température augmente.

Cette résistance placée à l'entrée de l'enroulement primaire limite le débit de la batterie en marche normale tout en laissant passer un courant plus intense à froid pour faciliter la mise en marche du moteur.

En cas d'oubli du conducteur, le courant débité à l'arrêt se trouve limité à une valeur assez faible par l'élévation rapide de la température du fil résistant.

MAGNÉTO A INDUIT TOURNANT.

1°- Source de courant basse tension - Un bobinage de fil gros et court tourne dans le champ magnétique produit par un aimant fixe.

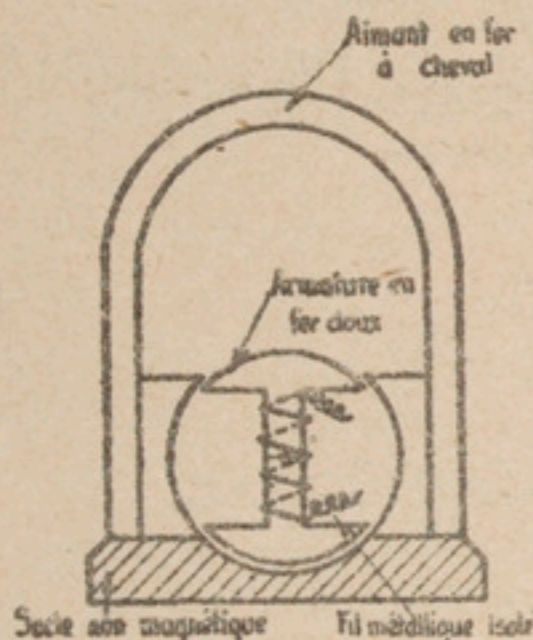


Fig. 98 - Principe de la magnéto.

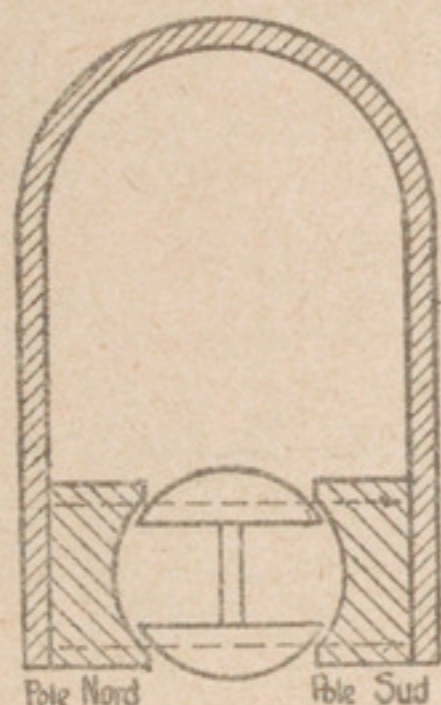


Fig. 99

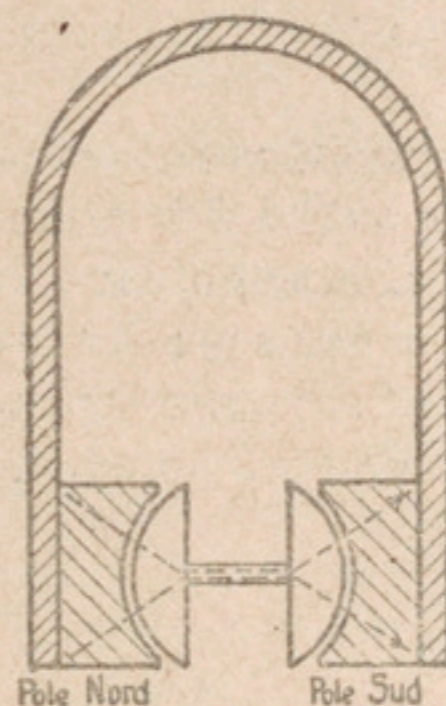


Fig. 100

Ce bobinage est enroulé autour d'un noyau en fer doux feuilleté ayant la forme d'un double T: par suite, le flux magnétique qui le traverse est variable (fig. 99 et 100) d'où production d'un courant de l'ordre de 20 volts qui sera maximum lorsque la variation de flux est la plus rapide, ce qui correspond à la position verticale de l'induit (fig. 100).

Le courant primaire aboutit à la vis de connexion du rupteur (fig. 103).

2°- Organes de transformation du courant.

a) Le rupteur diffère de celui de l'allumage par batterie en ce sens que les cames sont fixes et le fléau rotatif.

Le courant primaire, arrivant par la vis de connexion, passe dans

une pièce isolée P fixée au plateau du rupteur; de là dans le fléau coudé F, puis, dans les vis platinées A et B, retourne à la masse de l'induit par le ressort R qui maintient ces vis en contact.

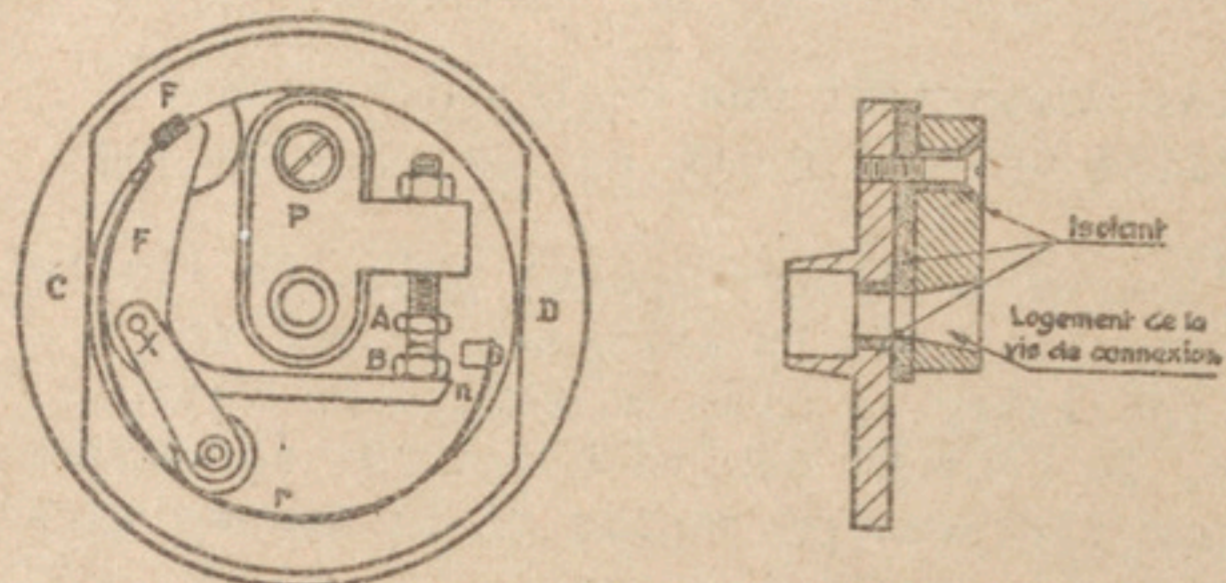


Fig. 101 - Rupteur.

en même temps de source de courant par suite du champ magnétique variable qui le traverse, et de circuit inducteur par suite du courant variable qui le parcourt.

L'enroulement secondaire, semblable à celui d'une bobine d'allumage par batterie part de la masse de l'induit pour aboutir à une bague de cuivre isolée : le collecteur d'où un frotteur envoie le courant au distributeur.

Quand l'induit tourne, l'extrémité du fléau rencontre deux fois par tour (à chaque maximum du courant) les cames fixes C et D et bascule autour de l'axe X ce qui amène la rupture du courant.

b) Transformateur constitué par un enroulement secondaire superposé au primaire et tournant avec lui. De la sorte, celui-ci sert

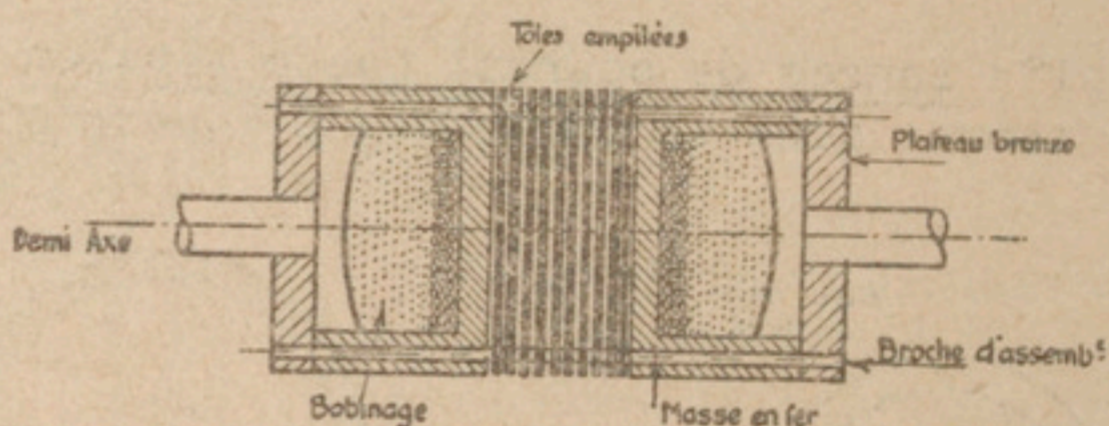


Fig. 102 - Induit.

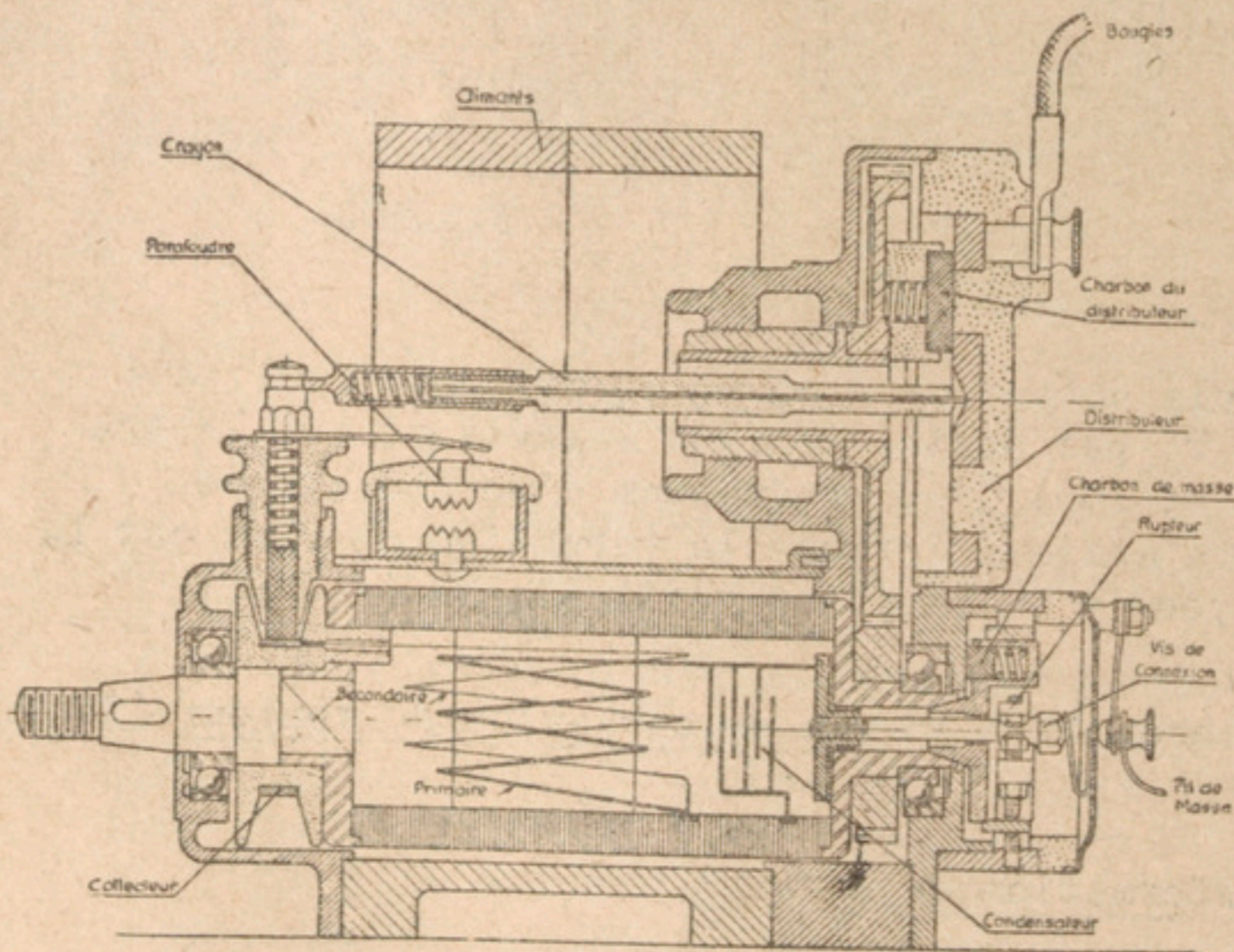
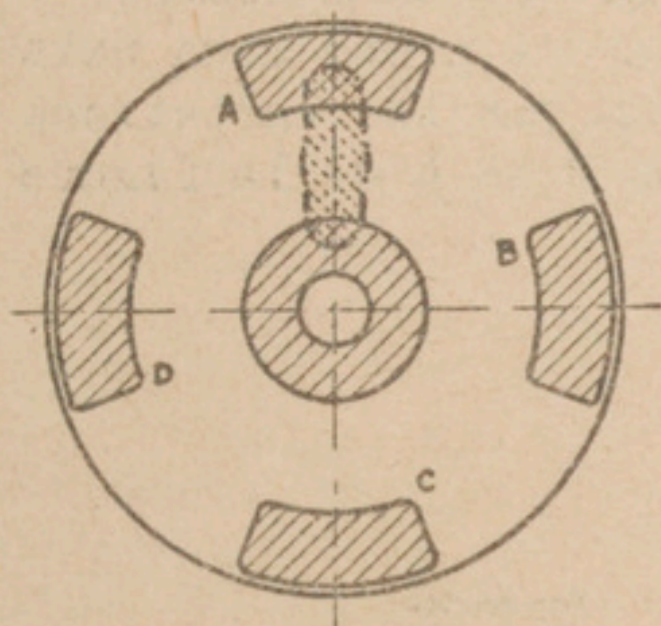


Fig. 103 - Magnéto - Coupe longitudinale.

3°- Le distributeur comporte un plateau en matière isolante muni d'un plot central en cuivre où arrive le courant secondaire et d'autant de plots périphériques qu'il y a de cylindres. Un charbon tournant forme pont entre le plot central et chacun des plots extérieurs successivement. Il est entraîné par



engrenages à partir de l'induit. Sa vitesse de rotation est la moitié de celle du vilebrequin.

4°- Organes de sécurité.

a) Le condensateur semblable à celui de l'allumage par batterie est monté sur l'induit tournant, de manière à avoir des liaisons électriques fixes et non par frotteurs entre les différentes parties du circuit primaire (voir fig.103).

Fig.104 - Distributeur.

b) Le parafoudre est constitué par deux pointes placées en regard, l'une reliée au charbon du collecteur, l'autre à la masse (fig.103).

c) L'interrupteur permet de relier électriquement la vis de connexion du rupteur à la masse. A ce moment, il n'y a plus de rupture du courant primaire, donc plus de courant secondaire. A cet effet, un frotteur appuie sur la vis de connexion et peut être relié par l'interrupteur à la masse du châssis.

De là, le courant revient par le socle de la magnéto et rentre dans l'induit par le charbon de masse du rupteur qui normalement sert au retour du courant secondaire après son passage aux bougies (fig.103).

MAGNÉTO A INDUIT FIXE.

1°- Source de courant à basse tension - Un enroulement primaire est disposé autour d'un noyau en fer doux prolongé par des masses polaires, le tout formant un U. Entre les branches de l'U tourne un aimant

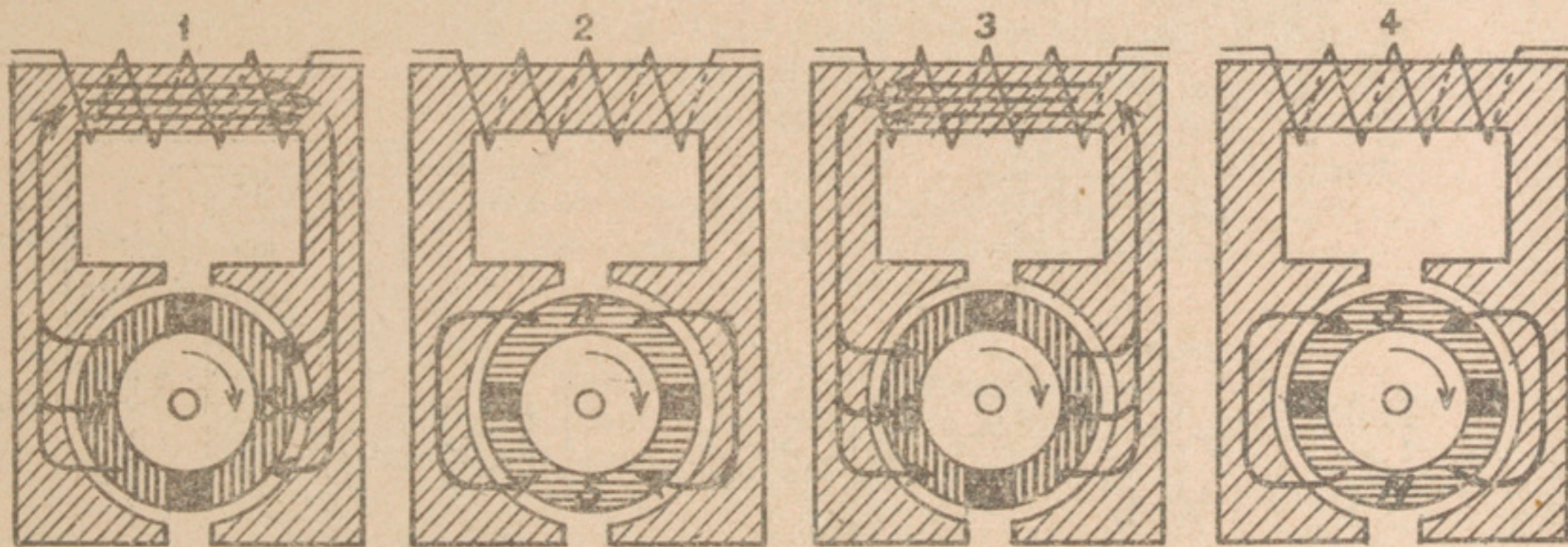


Fig.105 - Passage du flux magnétique à travers l'enroulement primaire.

circulaire en acier au cobalt ou à l'aluminium créant ainsi à travers l'enroulement un flux magnétique alternatif. Un courant prend donc naissance dans le fil primaire, courant qui sera maximum par les variations de flux les plus rapides c'est-à-dire aux positions 2 et 4 de la figure où le flux s'annule et change de sens.

2° - Organes de transformation du courant.

a) Le rupteur qui coupe le courant quand il est maximum est à came tournante comme dans le cas de l'allumage par batterie.

b) Le transformateur est constitué par l'enroulement primaire où le courant basse tension prend naissance et un enroulement secondaire qui l'entoure.

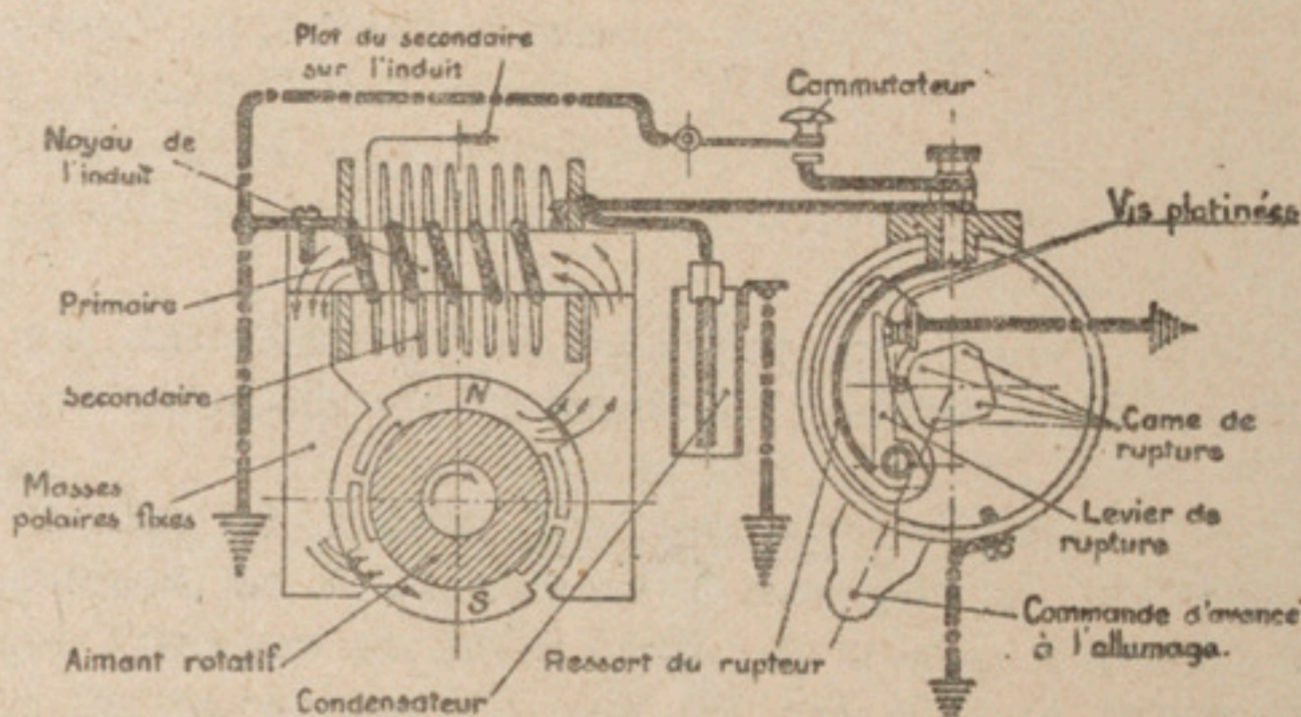


Fig. 106

3° - Le distributeur est semblable à l'un des deux systèmes précédemment décrits suivant le constructeur.

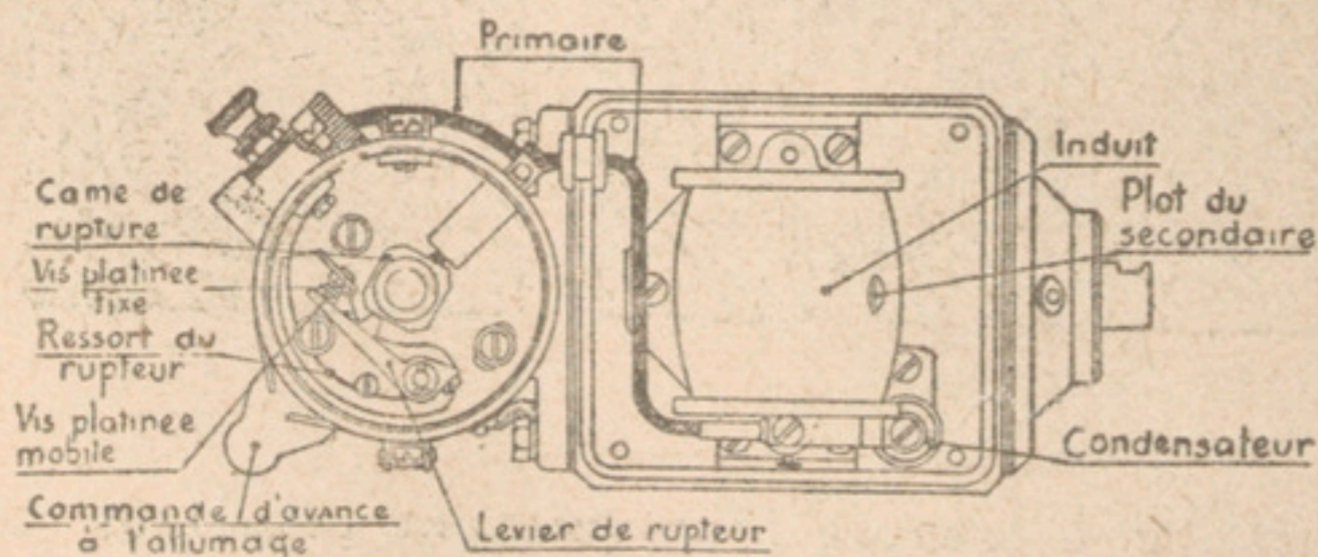
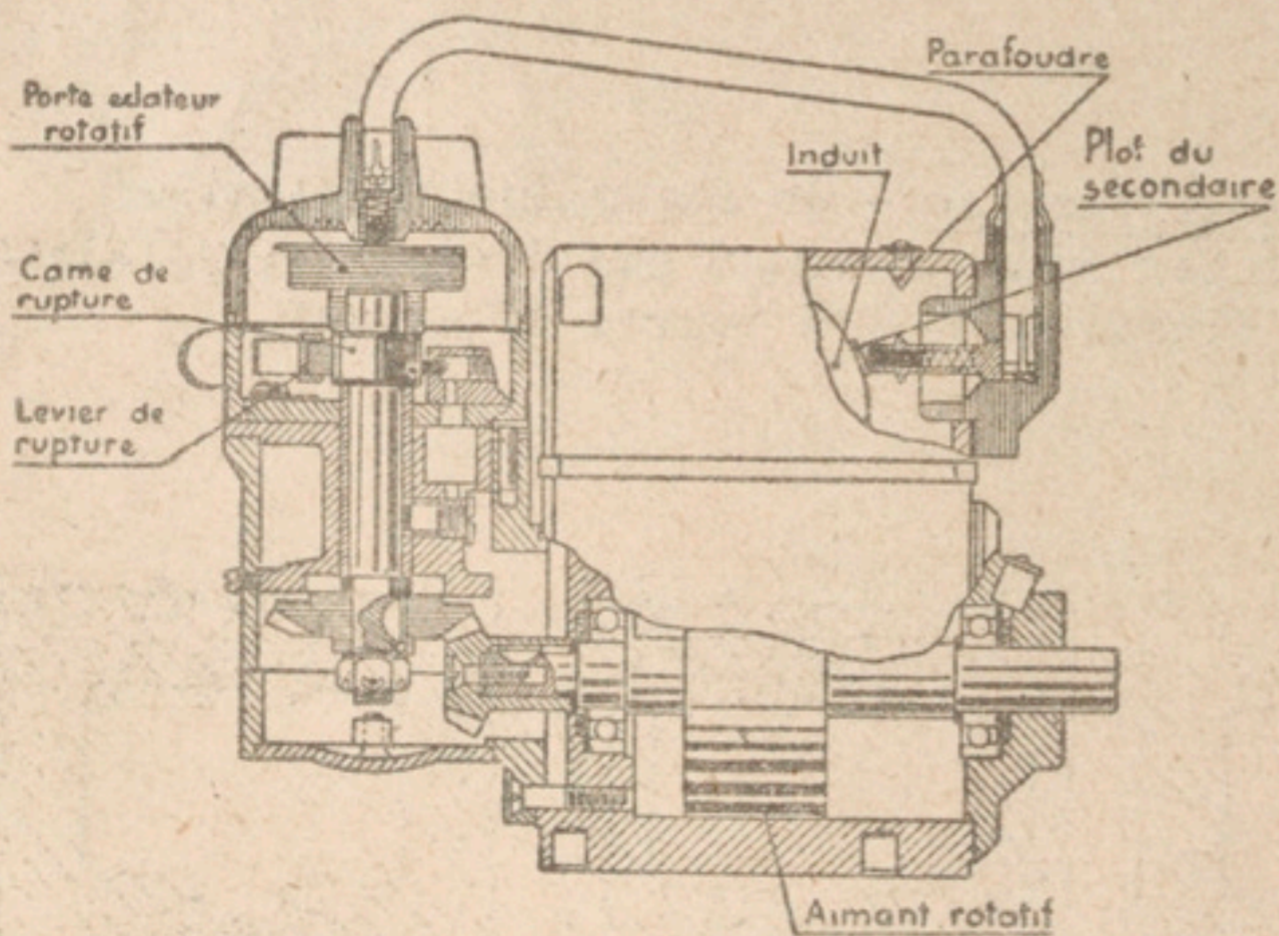


Fig. 107

4° - Organes de sécurité.

a) Condensateur, accolé généralement à l'induit, et facilement interchangeable comme dans le cas de l'allumage par batterie.

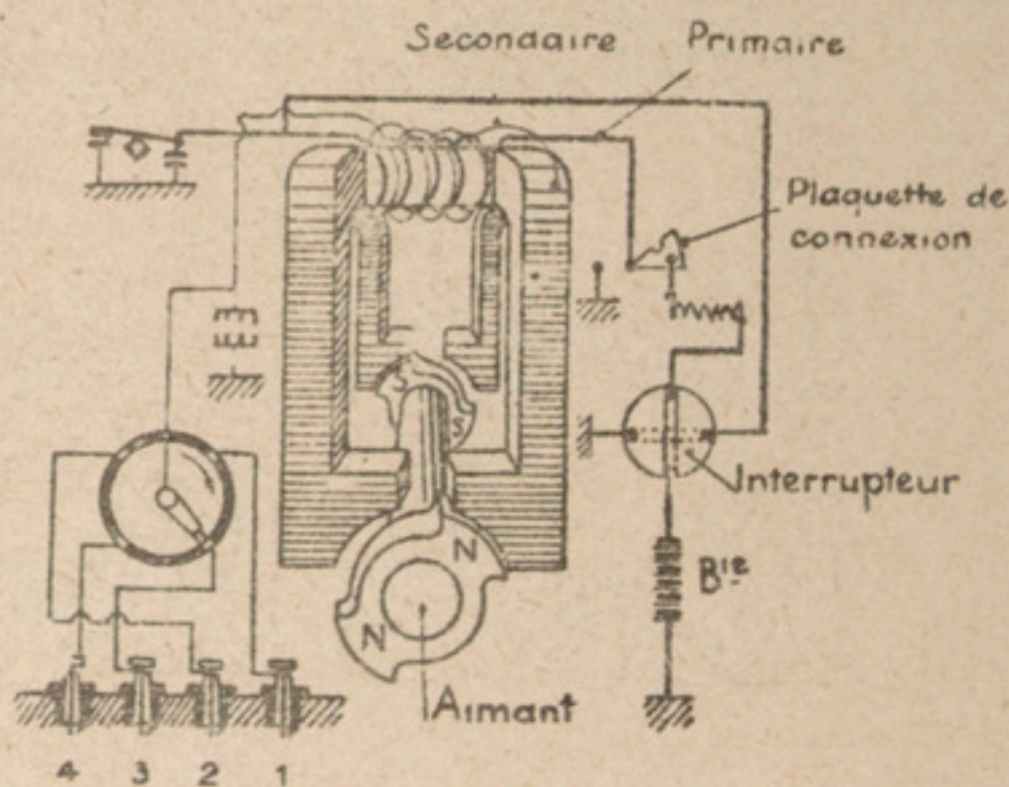


Fig. 108 - Schéma de l'Alco SEV à quatre pôles.

- b) Parafoudre placé entre la sortie du secondaire et le distributeur.
- c) Interrupteur : semblable à celui des magnétos à induit tournant.

APPAREILS MIXTES.

Il existe enfin des appareils constitués par une magnéto à induit fixe dont le courant primaire peut être renforcé par le courant de la batterie. (alco S E V par exemple) (fig.108).

COMPARAISON DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES.

Le système d'allumage par batterie a comme principal avantage d'être le plus simple et le moins cher des appareils d'allumage; de plus il est composé d'organes séparés faciles à réparer ou à échanger isolément; enfin il donne aux petites allures une étincelle aussi bonne qu'aux grandes, le courant primaire restant constant.

Par contre, ce système d'allumage ne fonctionne qu'autant que la batterie est chargée, ce qui est une source de pannes.

Plus cher que le système précédent, l'allumage par magnéto a l'avantage d'être indépendant de l'équipement électrique de la voiture; aux grandes allures du moteur il donne une étincelle très chaude ce qui est utile avec les moteurs tournant vite.

La plupart des inconvénients des magnétos ont été éliminés lorsque les magnétos à induit fixe ont remplacé les magnétos à induit tournant.

Ces dernières en effet ne pouvaient pas supporter de vitesses de rotations élevées par suite de la fragilité de leurs enroulements et de leur rupteur tous deux soumis à l'action de la force centrifuge. De plus, aux basses vitesses, elles donnaient une étincelle très faible.

La découverte des aciers au cobalt, en rendant possible la fabrication d'aimants tournants à force coercitive élevée, a permis d'éliminer ces inconvénients.

On peut donc dire qu'à l'heure actuelle les magnétos à induit fixe sont le système d'allumage qui donne les meilleurs résultats et que seule une question de prix empêche leur adoption plus générale.

Quant aux systèmes mixtes, leur complication semble causer plus d'ennuis qu'elle ne donne d'avantages.

CHAPITRE XII

COMMANDE ET CALAGE

DES APPAREILS D'ALLUMAGE.

ENTRAÎNEMENT.

La magnéto est entraînée par un arbre commandé à vitesse convenable par le moteur.

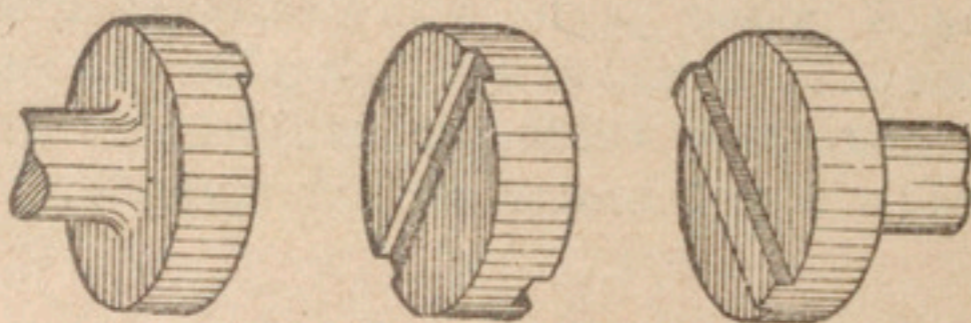


Fig. 109 - Joint de Odham.

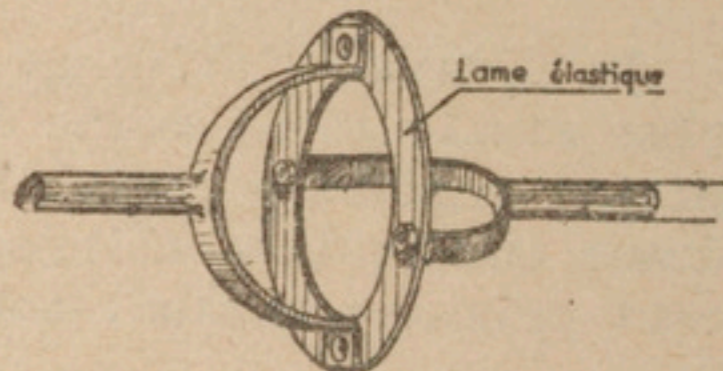


Fig. 110
Joint à lame élastique

L'accouplement entre cet arbre et l'axe de l'induit doit comporter:

- un joint élastique permettant un entraînement correct même si les deux arbres ne sont pas exactement alignés : joint de Oldham (fig. 109) ou flector à lame (fig. 110) et de diminuer l'importance des à-coups dus aux variations d'allure du moteur : joint de tissu caoutchouté type Hardy (fig. 111).

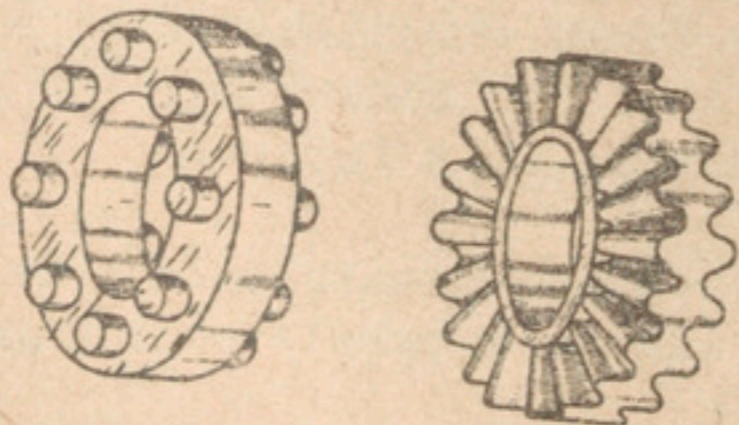


Fig. 111 - Joints type Hardy.

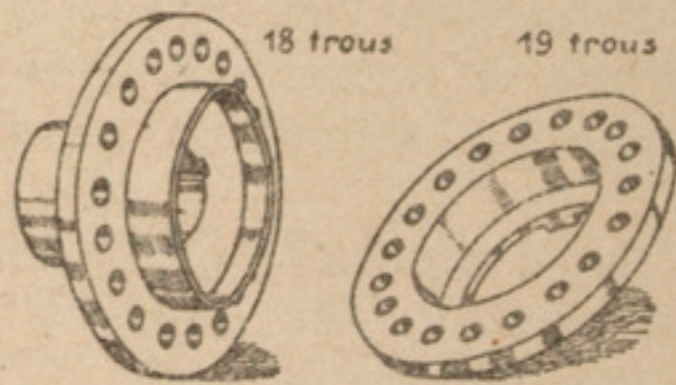


Fig. 112 - Accouplement par plateaux (calage discontinu).

- un dispositif d'orientation de l'un des arbres par rapport à l'autre permettant le calage précis de la magnéto.

Ce dispositif est fréquemment constitué (fig. 112) par deux plateaux égaux pouvant s'emboîter l'un dans l'autre, et percés, par exemple, l'un de dix-huit trous à la périphérie, l'autre de dix-neuf. Un boulon passé

dans deux trous en regard accouple les deux plateaux. Si l'on passe ce boulon dans les deux trous voisins des premiers, l'un des plateaux tournera par rapport à l'autre de :

$$\frac{360^\circ}{18 \times 19} = 1^\circ \text{ environ.}$$

ce qui donne une précision suffisante pour le calage.

Le joint élastique type Hardy est constitué par un disque en tissu caoutchouté portant sur une face 19 dents radiales par exemple, et 18 sur l'autre. Ce joint sert à la fois de joint de calage et de joint d'entraînement, l'arbre de commande et l'arbre de la magnéto se terminant chacun par un plateau muni de dents radiales correspondant à celles du joint.

CALAGE DE LA MAGNÉTO.

Cas de l'avance fixe.

Il consiste à accoupler une magnéto à un moteur de manière à obtenir l'allumage en temps voulu dans les différents cylindres.

Les opérations à effectuer sont les suivantes :

1°- Mettre le premier cylindre du moteur (côté de l'avant) au point d'allumage, c'est-à-dire avec l'avance voulue par rapport au point mort haut "fin de compression". Celui-ci se reconnaît à la position de la soupape d'échappement du quatrième cylindre qui se ferme au moment où le piston du premier cylindre se trouve dans le voisinage du P.M.H. L'avance par rapport au P.M.H. se mesure à la pige ou au volant (voir distribution, page 15).

2°- Mettre le rupteur de la magnéto à la "rupture", c'est-à-dire au point où la came attaque le fléau coudé du rupteur, ou le levier de rupture. Ceci suppose que l'on connaît le sens de rotation de l'organe mobile.

3°- Accoupler moteur et magnéto, sans les faire tourner, en emboîtant le joint élastique et en bloquant ensuite le dispositif d'orientation.

4°- Relier les bornes du distributeur aux bougies. Le plot sur lequel se trouve le charbon du distributeur au moment du calage est relié à la bougie du premier cylindre; il faut ensuite relier les plots suivants, dans le sens de rotation du distributeur, et en respectant l'ordre d'allumage.

Celui-ci est variable à partir de quatre cylindres et dépend des constructeurs. Par exemple, sur un quatre cylindres (fig. 113) l'allumage commence par le cylindre 1. Un demi-tour après, on peut allumer 2; viendront ensuite 4 et 3. Mais au lieu de 2 on pouvait allumer 3, puis

4 et 2. Les deux ordres possibles sont :

1 2 4 3 et 1 3 4 2

Le deuxième est beaucoup plus employé que le premier.

Sur un six cylindres (fig.114), on peut trouver de même les quatre ordres suivants :

- a) 1 2 3 6 5 4
- b) 1 2 4 6 5 3
- c) 1 5 3 6 2 4
- d) 1 5 4 6 2 3

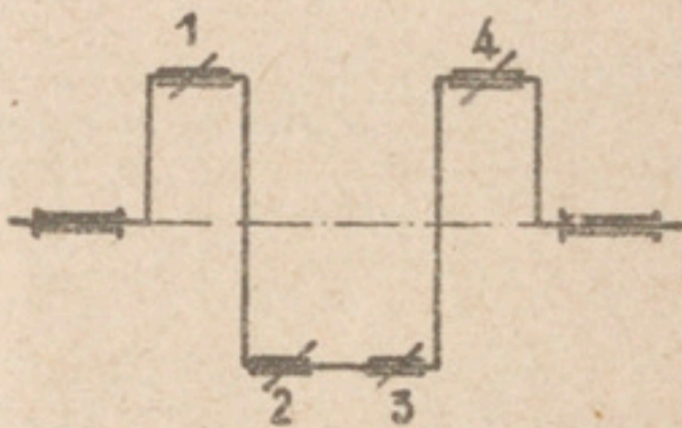


Fig.113

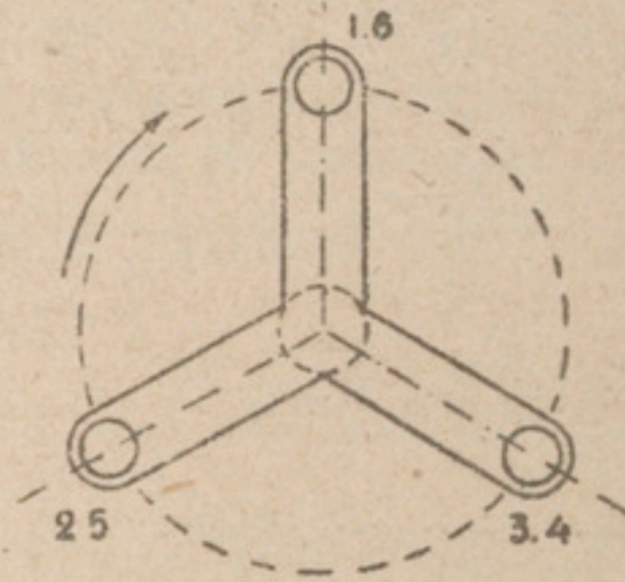


Fig.114

Le plus employé est c, parce que les explosions sont réparties alternativement sur les deux moitiés du vilebrequin.

L'ordre d'allumage se reconnaît par l'ordre de soulèvement des soupapes de même nom : admission par exemple.

La soupape d'admission d'un cylindre est celle des deux qui se lève immédiatement après que l'autre se soit fermée.

Cas de l'avance variable.

Si l'avance est variable, exécuter les mêmes opérations que ci-dessus mais caler la magnéto avec une avance initiale de 1 à 2 mm., le dispositif de commande de l'avance étant mis à la position "avance minimum".

CALAGE DE L'APPAREIL D'ALLUMAGE PAR BATTERIE.

Les opérations s'exécutent dans le même ordre et de la même façon que pour une magnéto.

Après la mise du rupteur à la position rupture, fixer le boîtier de l'appareil sur le moteur.

Connecter ensuite les plots du distributeur aux bougies en respectant l'ordre d'allumage.

DISPOSITIF D'AVANCE.

L'avance peut être fixe, procédé très simple, mais trop sommaire, qui conduit à adopter une valeur moyenne de l'avance qui ne fera pas trop cliqueter le moteur en côte et qui sera insuffisante en palier à grande vitesse.

L'avance peut varier en marche par différents procédés : les deux principaux sont :

1°- Le décalage des cames du rupteur. Celles-ci sont montées sur un tambour mobile et rencontrent plus ou moins tôt le fléau coudé.

Ce procédé très pratique, a l'inconvénient de ne couper le courant primaire à son maximum (induit vertical) que pour une position des cames. En particulier, si, pour éviter un retour de manivelle, on diminue la valeur de l'avance lors du lancement du moteur, la rupture a lieu loin du maximum et l'étincelle peut être insuffisante.

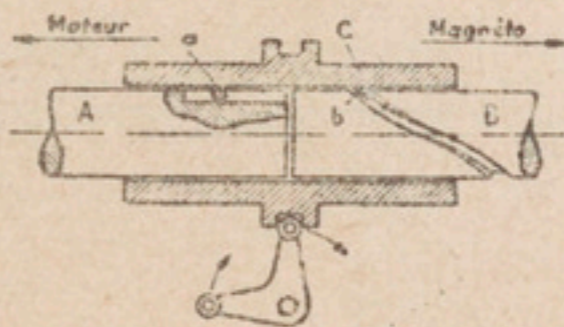


Fig.115 - Variation d'avance par décalage de l'induit.

Afin de diminuer l'importance de cet inconvénient, on rend la variation de flux un peu moins rapide par une disposition particulière des masses polaires. La magnéto est dite alors à retard renforcé.

2°- Le décalage de l'induit par rapport à son arbre d'entraînement (fig.115).

Un manchon C coiffe les deux arbres A et B. Il porte des tenons a coulissant dans une rainure droite de A, et b coulissant dans une rainure hélicoïdale de B. Un coulisement latéral du manchon amènera donc une rotation de B par rapport à A, c'est-à-dire un décalage de l'induit par rapport au moteur.

3°- Le décalage du dispositif de rupture par pivotement autour de la came de rupture dans le cas de la magnéto à aimant tournant et de l'allumage par batterie.

COMMANDE DE L'AVANCE.

La commande peut être :

1°- Automatique : un régulateur centrifuge agit, par exemple, sur le manchon du dispositif précédent.

Ce système est imparfait parce qu'il ne tient compte que de la vitesse du moteur et non de son taux de remplissage, mais il est meilleur qu'un dispositif manoeuvré par un conducteur maladroit.

2°- A la main : une manette placée à portée du conducteur fait tourner, par exemple, le tambour des cames.

La valeur de ce dispositif est celle du conducteur qui le manie.

3°- Automatique avec correcteur à main qui pare aux inconvénients des deux systèmes précédents; cette commande est actuellement la plus employée.

VITESSE DE ROTATION DE L'INDUIT ET DU DISTRIBUTEUR PAR RAPPORT AU MOTEUR.

Une magnéto à induit tournant, ou à aimant tournant du type décrit précédemment, ne donne que deux étincelles par tour correspondant aux deux maxima du courant.

Or, un moteur a besoin d'autant d'étincelles par tour du vilebrequin qu'il a de cylindres à allumer dans ce tour :

Le rapport de vitesse $\frac{\text{organe rotatif}}{\text{moteur}}$ est proportionnel au nombre des cylindres.

Un quatre cylindres allume deux cylindres par tour et a besoin de deux étincelles, donc :

- pour quatre cylindres, l'organe rotatif (induit ou aimant) tourne à la vitesse v du moteur;

- pour six cylindres, à $1,5 v$ du moteur;

- pour huit cylindres, à $2 v$ du moteur.

Afin d'éviter à l'induit des vitesses de rotation exagérées, on emploie pour les moteurs à six cylindres et plus, soit deux magnétos, soit des magnétos à induit fixe, ou à aimant tournant, dans lesquelles l'organe mobile résiste beaucoup mieux que l'induit aux forces centrifuges développées.

Le distributeur tourne toujours à demi-vitesse du moteur.

En effet, chaque plot ne doit être balayé par le charbon du distributeur que tous les deux tours du moteur (cycle à quatre temps). Ce rapport de vitesses est indépendant du nombre de cylindres.

Il est à remarquer que, dans un système d'allumage par accumulateurs ainsi que dans beaucoup de magnétos à induit fixe ou à aimant tournant, les cames de rupteur et le charbon du distributeur sont montés sur le même arbre, généralement vertical, tournant à demi-vitesse du moteur. Il y a autant de cames au rupteur que de plots au distributeur.

CHAPITRE XIII

GRAISSAGE

Deux surfaces frottant l'une sur l'autre à sec finissent généralement par gripper; elles ne sont jamais parfaitement polies et le choc de leurs aspérités produit un dégagement de chaleur qui arrive à ramollir l'une des pièces et à la mouler sur l'autre.

Le système de graissage interpose une mince pellicule de liquide lubrifiant entre les deux surfaces, empêche le contact direct de leurs aspérités, donc le grippage, diminue le frottement et par suite la puissance absorbée pour le vaincre.

LUBRIFIANTS.

Une huile de graissage doit posséder un certain nombre de qualités appelées caractéristiques, dont les plus importantes sont :

1°- la fluidité lui permettant de se répandre facilement sur toute l'étendue de la pièce à graisser, si faibles que soient les jeux;

2°- la viscosité lui donnant la force de cohésion qui s'oppose à la fragmentation du film qu'elle forme entre les pièces en contact;

3°- l'onctuosité lui donnant ses propriétés lubrifiantes et la faculté d'adhérer suffisamment aux parois à lubrifier;

4°- la neutralité qui l'empêche d'attaquer les pièces métalliques.

L'huile de ricin (huile végétale) est la meilleure huile de graissage. Mais son prix trop élevé et la difficulté de la trouver pure conduisent à employer pour les moteurs ordinaires des huiles minérales venant de la deuxième distillation des pétroles bruts.

Les huiles sont classées suivant leur fluidité à la température moyenne d'emploi :

- extra-fluides pour moteurs sans soupapes;
- demi-fluides pour moteurs ordinaires;
- épaisses pour boîtes de vitesses et pont arrière.

Les graisses consistantes sont des mélanges d'huiles minérales et de savons calcaires d'huiles végétales; elles servent au graissage des

articulations à mouvement lent, et exigent de fréquents nettoyages en raison des dépôts solides qu'elles laissent.

SYSTÈMES DE GRAISSAGE.

Les principaux organes à graisser sur un moteur sont :

- les cylindres, les pieds et têtes de bielles, les tourillons du vilebrequin, de l'arbre à cames, etc...

Les systèmes utilisés sont :

- le graissage par barbotage, le graissage sous pression, et le graissage à circulation par force centrifuge.

GRAISSAGE PAR BARBOTAGE.

L'huile est contenue dans le carter du moteur (fig.116). La tête de bielle porte un prolongement, la cuiller, qui vient frapper l'huile à chaque tour et la projette en gouttelettes dans le carter.

Ces gouttelettes se déposent sur les parois du cylindre à chaque remontée du piston et les graissent ainsi pour la course suivante. Elles se déposent aussi sur le pied de bielle, sur le fond du piston, et dans le trou de graissage du pied de bielle (fig.117).

La tête de bielle est graissée par l'huile qui coule le long du corps de bielle et qui passe par des trous débouchant à l'intérieur du coussinet ainsi que par l'huile remontant par inertie à l'intérieur de la cuiller. Des canaux obliques, dits "pattes d'araignée", assurent une bonne répartition de l'huile dans toute l'articulation (fig.118).

Enfin, des gouttières placées à l'intérieur du carter amènent l'huile aux paliers supportant le vilebrequin (fig.119).

Ce système de graissage exige un niveau d'huile constant; il faut donc vérifier souvent la quantité de lubrifiant et, d'autre part, cloisonner le carter pour diminuer les variations de niveau dans les pentes (fig.119).

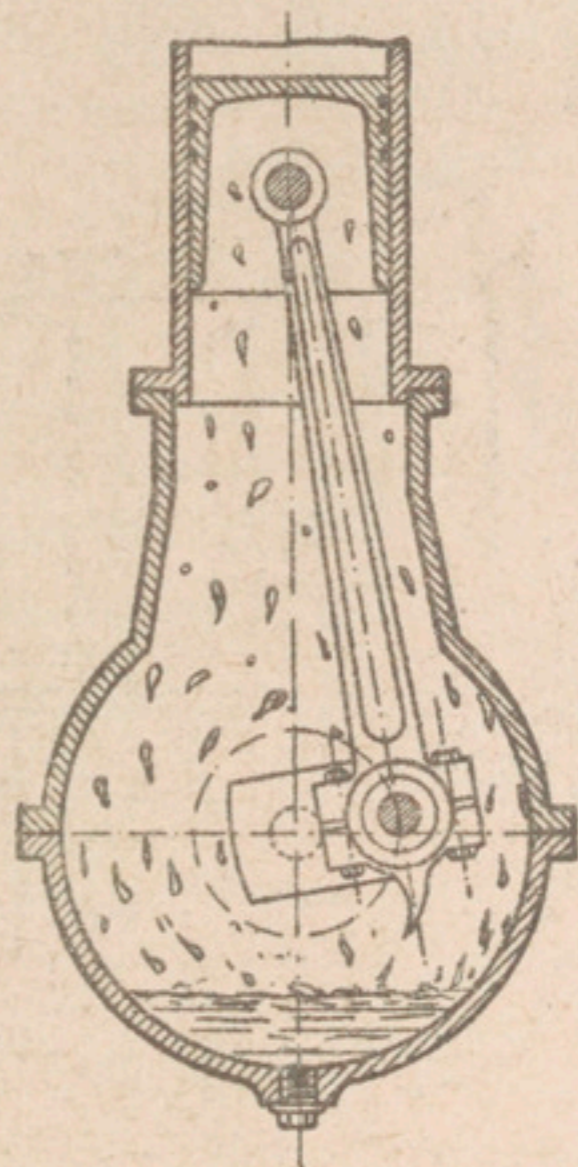


Fig.116
Principe du barbotage.

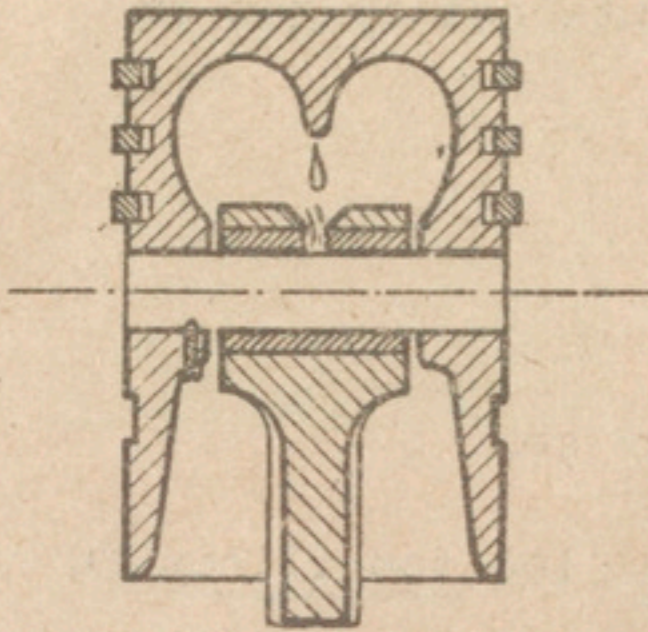


Fig. 117 - Graissage du pied de bielle.

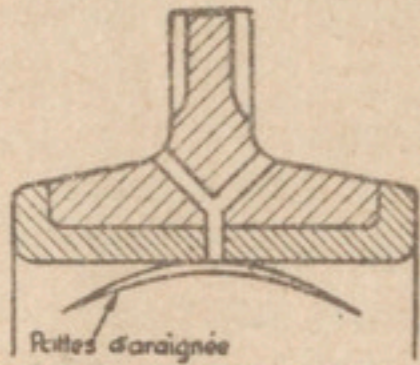


Fig. 118 - Graissage de la tête de bielle.

On peut assurer un niveau très constant en faisant plonger les cuillers dans de petits augets constamment débordants d'huile; leur alimentation exige une pompe (fig. 120). Cette variante du graissage par barbotage porte le nom de graissage par barbotage à niveau entretenu.

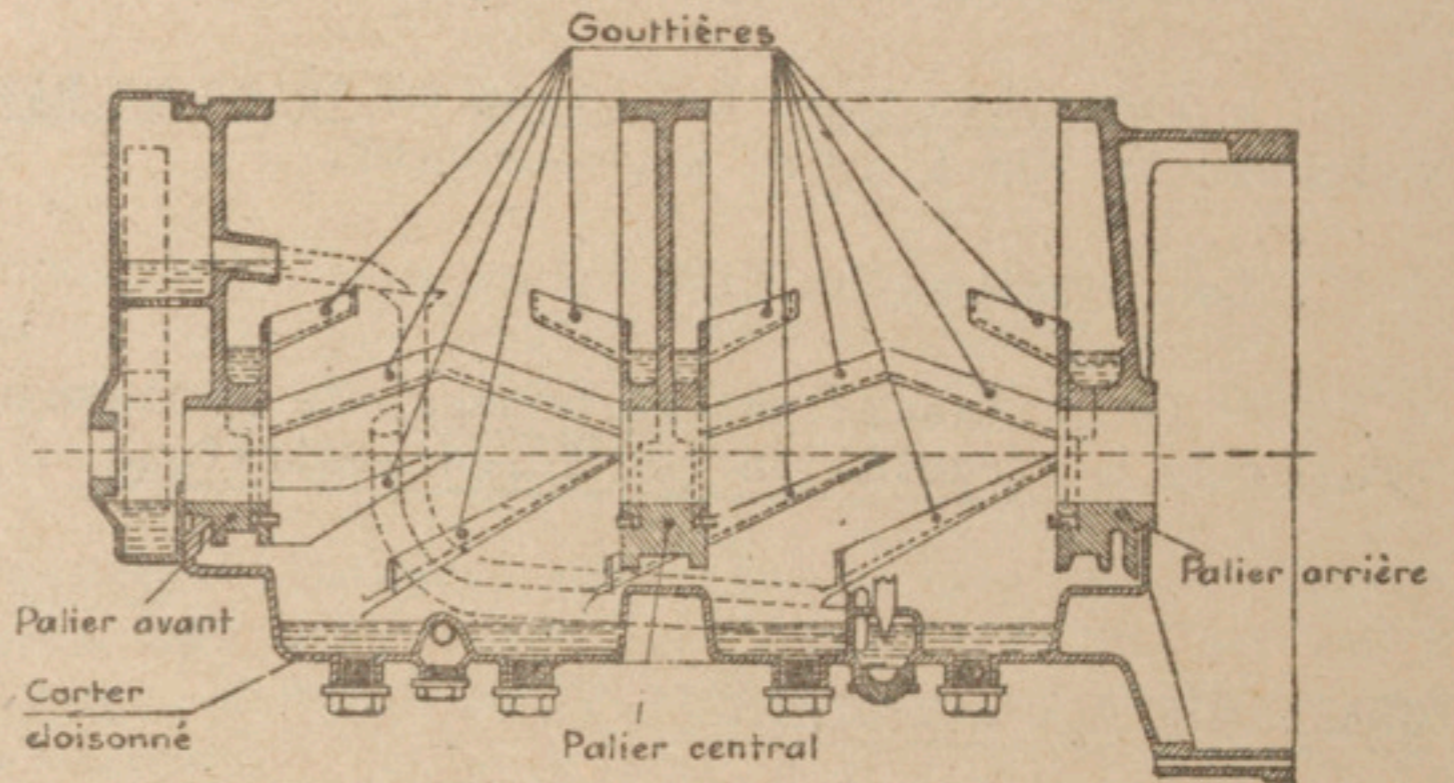


Fig. 119 - Schéma du graissage du moteur Panhard sans soupapes.

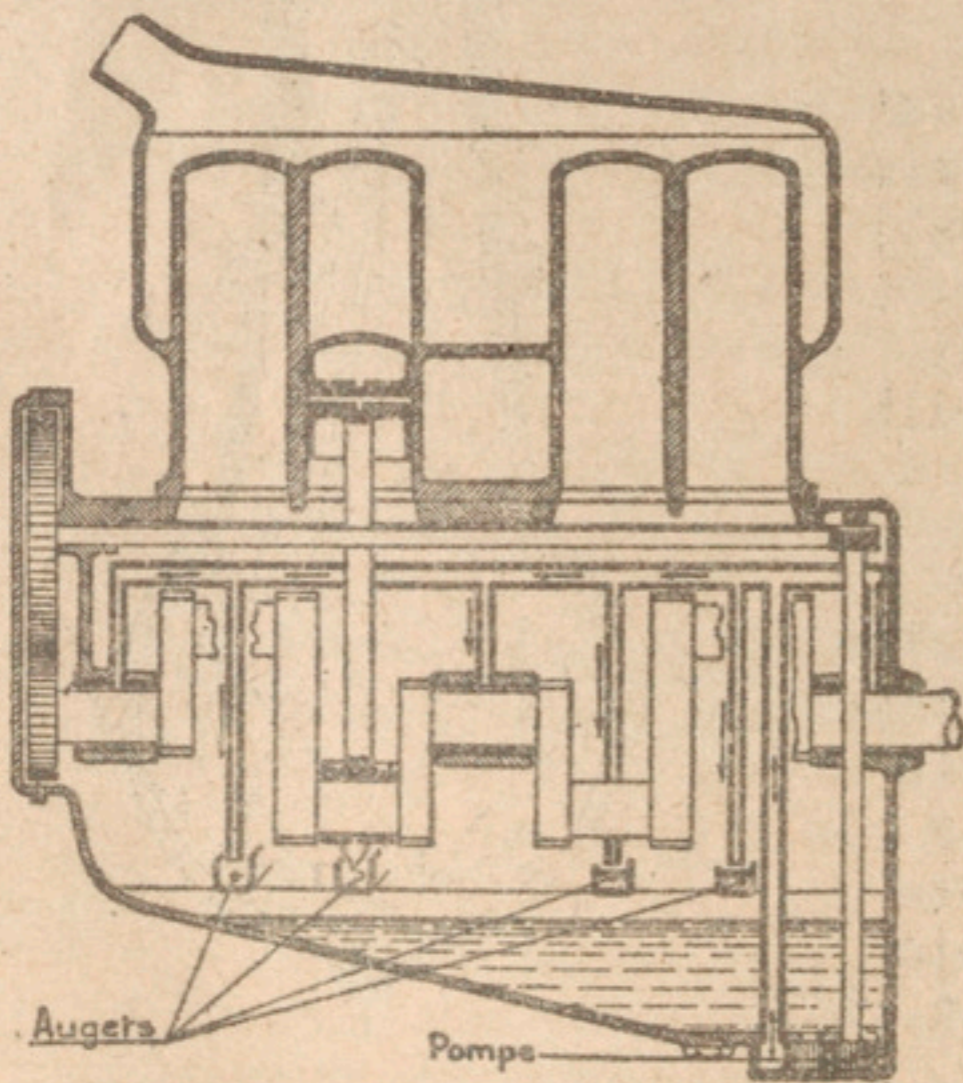


Fig. 120 Graissage par barbotage à niveau entretenu.

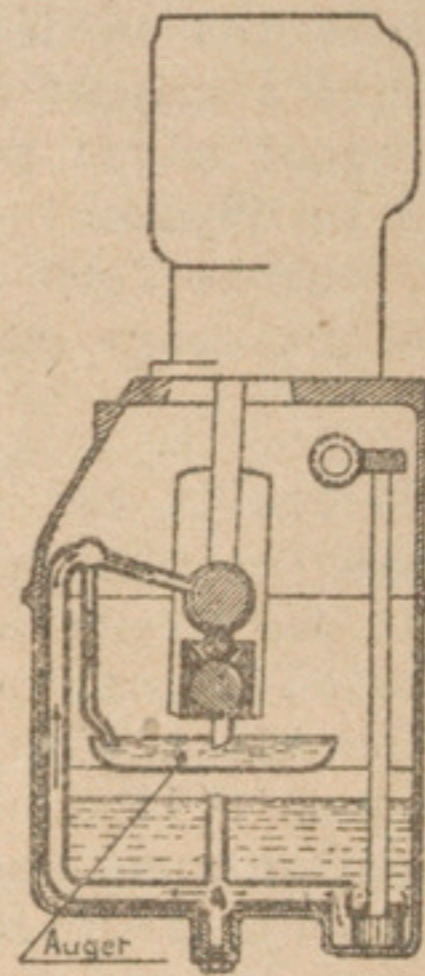


Fig. 121

GRAISSAGE SOUS PRESSION.

Une pompe prend l'huile dans un réservoir, qui peut être le fond du carter, et la refoule sous pression dans une tuyauterie alimentant les paliers supportant le vilebrequin (fig. 122). Une partie de cette huile

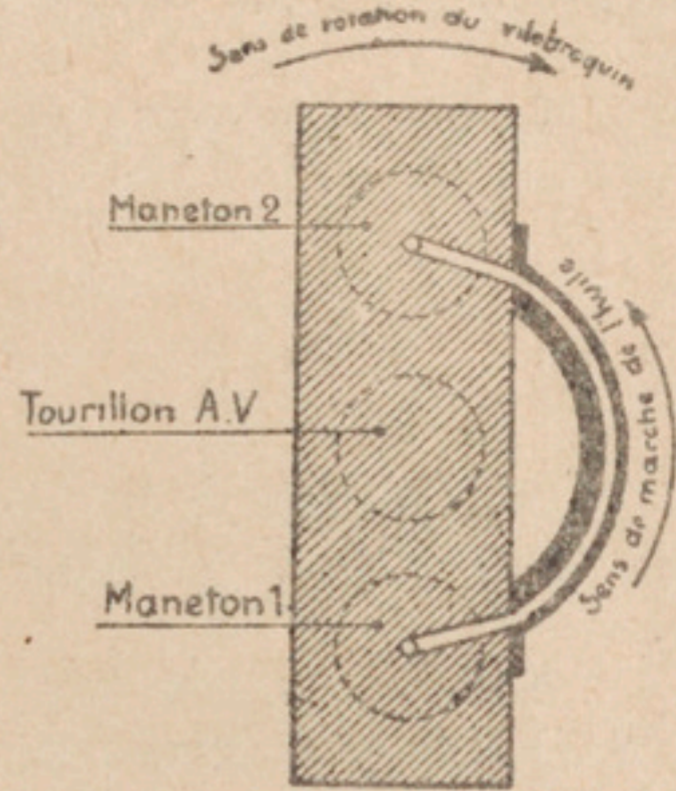
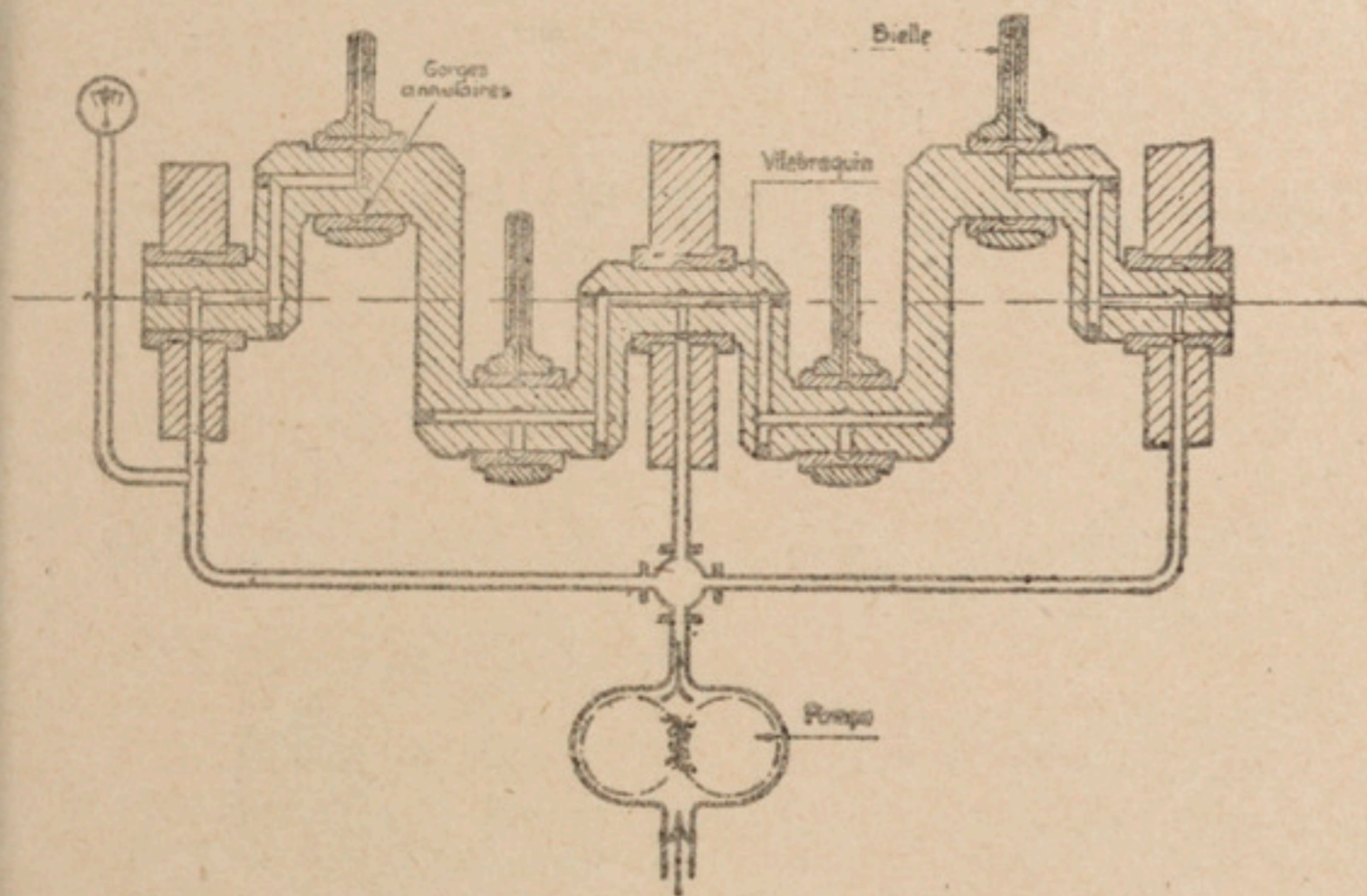
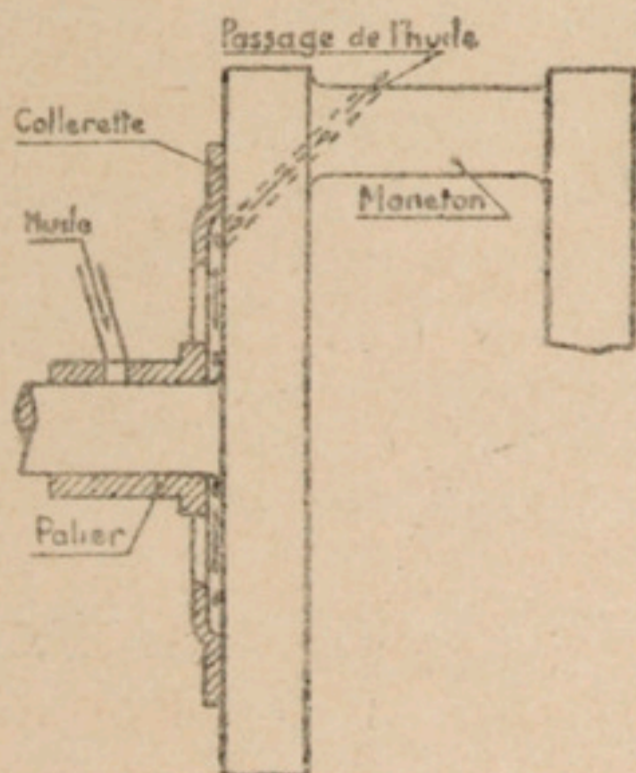


Fig.122 - Graissage sous pression intégral.

Fig.123.

graisse les paliers, l'autre passe dans une gorge annulaire où débouche un canal percé dans le vilebrequin. Ce canal amène l'huile à la tête de bielle, qu'elle lubrifie; puis l'excédent sort par les côtés du coussinet et est projeté dans le carter par la force centrifuge. Les parois du cylindre et l'axe du pied de bielle sont graissés par ces projections.

Ce système nécessite un excès d'huile assez important pour que le graissage soit assuré malgré les jeux aux coussinets. Il exige des dispositifs particuliers dans les moteurs quatre cylindres sans palier central; l'huile passe d'une tête de bielle à la suivante par un canal semi-circulaire convenablement orienté pour éviter l'action de la force centrifuge contrariant celle de la pompe (fig.123).



Dans le cas où le pied de bielle est graissé sous pression, le système porte le nom de "graissage sous pression intégral". L'huile qui a lubrifié le coussinet de la tête de bielle parvient à l'axe du pied de bielle par un tube fixé extérieurement au corps de bielle ou par une canalisation forcée à l'intérieur de la bielle tubulaire. Elle retombe ensuite dans le carter. Le cylindre est graissé par les projections du coussinet de tête de bielle.

Ce système est peu employé actuellement.

GRAISSAGE A CIRCULATION PAR FORCE CENTRIFUGE.

Fig.124 - Graissage par force centrifuge.

On lubrifie les paliers supportant le vilebrequin par un procédé quelconque, généralement

sous pression. Une partie de l'huile en excès est recueillie par des "collerettes" qui l'envoient aux manetons sous l'action de la force centrifuge (fig. 124). L'autre partie de l'huile en excès est projetée dans le carter et peut ainsi graisser le cylindre.

Ce système très en faveur autrefois est moins utilisé aujourd'hui.

POMPES.

Les pompes à huile peuvent être du type classique aspirant et foulant avec piston plongeur et clapets à bille.

Elles peuvent être à palettes (fig. 125): l'huile est entraînée par les palettes P P' formant joint entre le corps de pompe et l'axe excentré A de celle-ci.

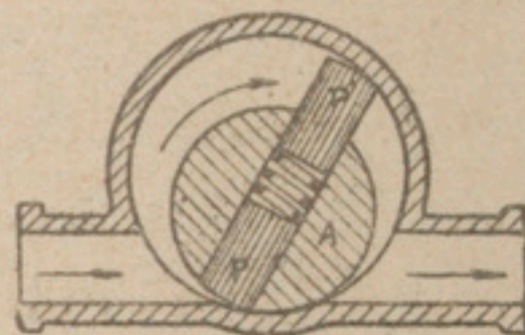


Fig. 125
Pompe à palettes.

La pompe à engrenages (fig. 126) est la plus employée. Elle comprend deux pignons dentés A et B, l'un entraîné par le moteur, l'autre monté fou sur son axe commandé par le premier, tournant dans un corps de pompe avec un jeu très faible. L'huile entre en C, se loge entre les dents des pignons et en est expulsée en D par l'engrènement des deux dentures; il y a donc double circulation par la périphérie du corps de pompe.

Les pompes à huile sont presque toujours placées au fond du carter pour éviter le désamorçage.

ORGANES DE SÉCURITÉ ET DE CONTRÔLE.

L'huile est filtrée : au moment de son introduction dans le carter par une toile métallique à mailles fines placée sur l'orifice de remplissage; avant la pompe au moyen d'un autre tamis en toile métallique qui se colmate à la longue et doit être périodiquement nettoyé, ou par un filtre en tissu approprié placé en dérivation sur le circuit.

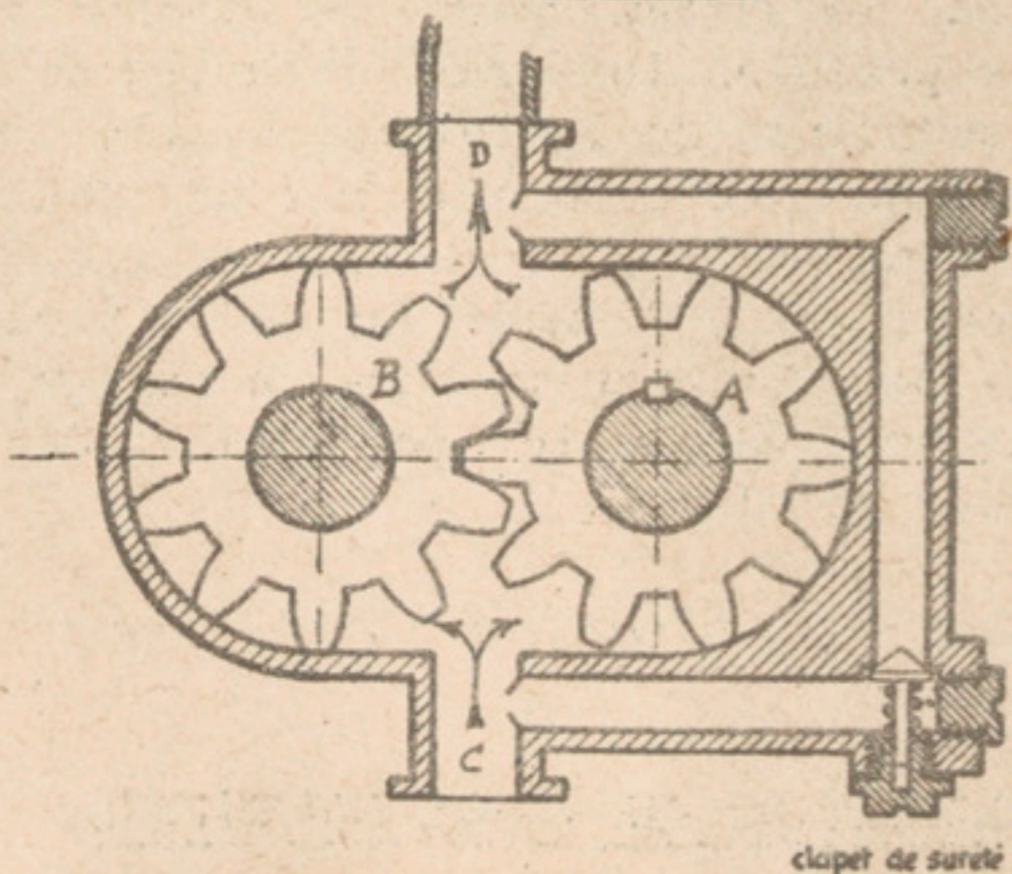


Fig. 126 - Pompe à engrenages.

Le contrôle du niveau d'huile, très important dans le système à barbotage, se fait au moyen d'une jauge que l'on plonge dans le carter, ou d'un flotteur dont la tige est apparente, ou d'un regard vitré disposé sur le flanc du carter.

La pression, dans les systèmes utilisant une pompe, est contrôlée soit par un manomètre branché sur un point de la tuyauterie de refoulement, soit par un appareil à voyants "l'oléomètre". Ces appareils ne donnent pas des indications immédiates l'hiver parce que leurs tuyauteries sont minces, extérieures au carter, et que l'huile n'y circule pas; on devra marcher à puissance modérée pendant le temps nécessaire à leur fonctionnement.

Des soupapes de sûreté, généralement à billes, empêchent les surpressions accidentelles.

ORGANES D'ÉTANCHÉITÉ.

Les raccords de tuyauterie d'huile sont munis de joints en fibre, ou métallo-plastiques. Les fuites sont arrêtées aux sorties d'arbres (vilebrequin, boîte de vitesses, etc, par des presse-étoupes en feutre, ou des colle-

rettes retenant l'huile par force centrifuge (fig.127), ou des vis d'Archimède ramenant l'huile vers le carter (fig.128).

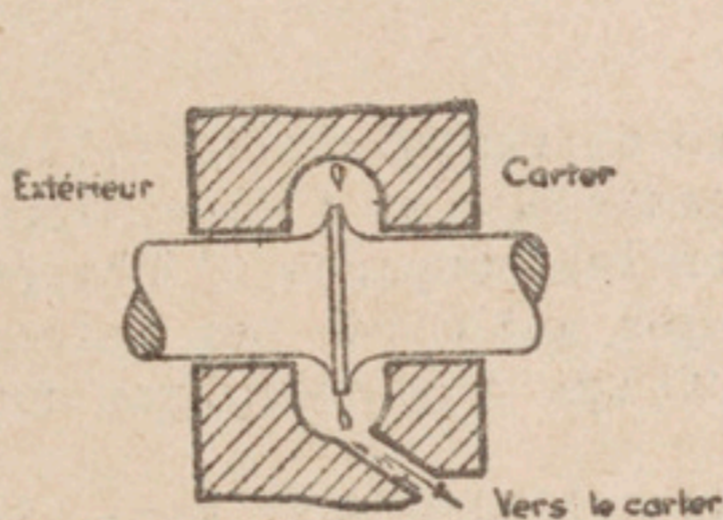


Fig.127

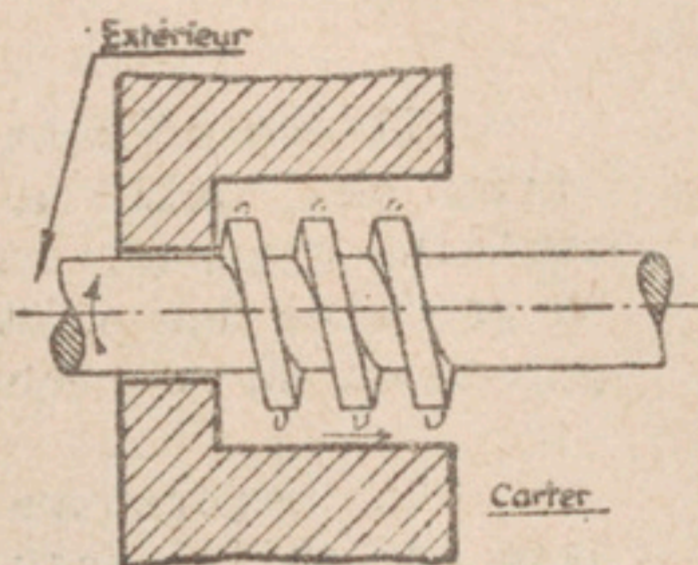


Fig.128

GRAISSAGE DES ORGANES AUTRES QUE LE MOTEUR.

Lorsque ces organes sont enfermés dans un carter, celui-ci joue le rôle de réservoir d'huile. Le graissage s'effectue par immersion des pièces dans l'huile et n'offre aucune difficulté tant que le niveau n'est pas trop bas.

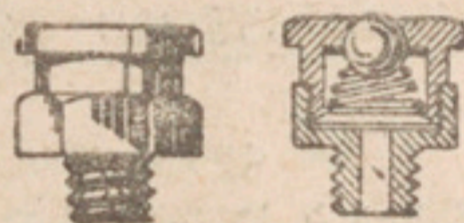


Fig.129
Graisseur Téalémit.

Dans les autres cas, chaque organe est muni d'un graisseur à fermeture automatique (bille) (fig.129) dans lequel le conducteur doit périodiquement introduire une certaine

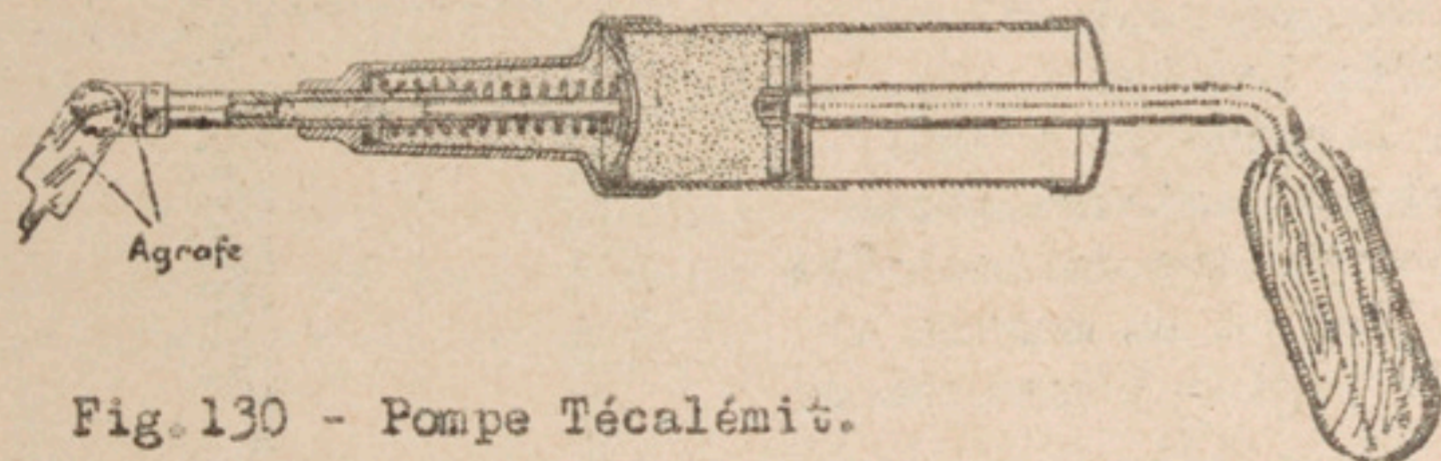


Fig.130 - Pompe Téalémit.

quantité de lubrifiant. Pour cette opération on utilise des pompes, manœuvrées à la main, qui sont susceptibles de produire une pression de refoulement considérable (pompe Téalémit par exemple, fig.130 et 131).

Détail de l'agrafe

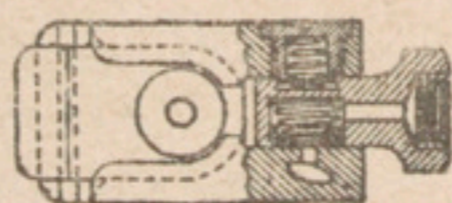


Fig. 131

CHAPITRE XIV

REFROIDISSEMENT

Il est nécessaire de refroidir le cylindre, pour éviter la décomposition de l'huile de graissage et l'élévation de température anormale de certains organes, comme les soupapes d'échappement. En outre, il pourrait se produire des allumages anticipés par points chauds, et un manque de puissance dû au réchauffage trop énergique des gaz.

La température du cylindre doit être limitée aux environs de 150° avec les huiles actuelles.

La chaleur du cylindre est toujours absorbée finalement par l'air ambiant, mais cette évacuation peut se faire directement ou indirectement par l'intermédiaire d'un liquide.

REFROIDISSEMENT PAR AIR.

Le cylindre est muni d'ailettes (fig.132) venues de fonderie, ou rarement rapportées, destinées à augmenter la surface de contact avec l'air. Ce dernier doit circuler à grande vitesse autour de ces ailettes soit par déplacement du véhicule (motos), soit par l'action d'un ventilateur centrifuge mû par le moteur.

Ce système est très simple, mais il peut donner lieu à des surchauffes locales (siège de la soupape d'échappement). Lorsque la circulation se fait dans une enveloppe entourant les ailettes, on dispose un thermomètre de contrôle donnant la température de l'air à sa sortie et un diaphragme permettant de régler l'arrivée de l'air.

Ce mode de refroidissement est employé sur la plupart des moteurs de motos et sur quelques rares voitures.

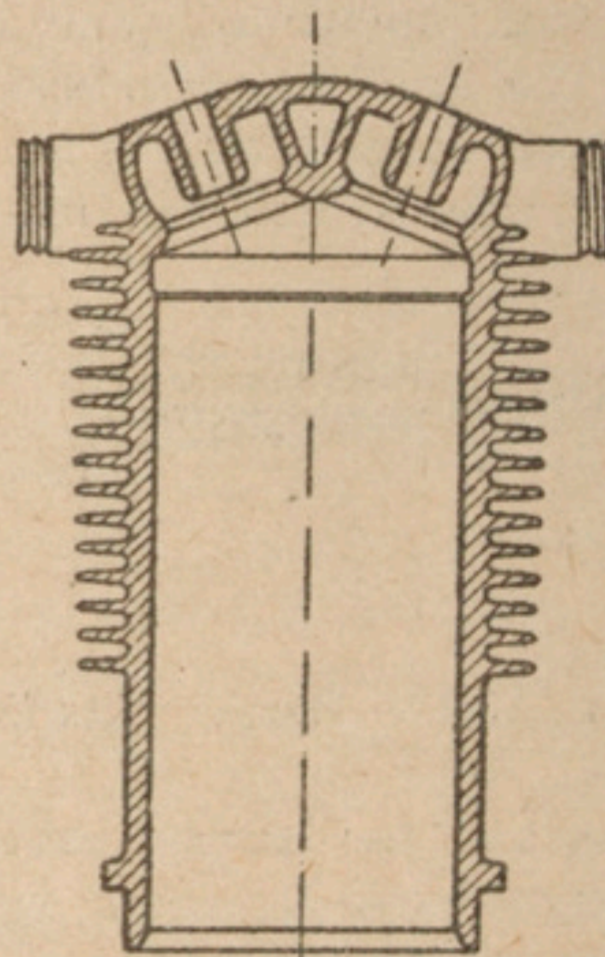


Fig.132
Cylindre à ailettes.

REFROIDISSEMENT PAR EAU.

Le liquide employé dans le refroidissement indirect est presque toujours l'eau qui présente cependant l'inconvénient de refroidir un peu

trop le cylindre (ébullition à 100°) et de se congeler en hiver.

Le cylindre porte une deuxième enveloppe qui permet la constitution d'une chemise d'eau l'entourant. L'eau froide arrive par le bas. L'eau chaude, plus légère, sort par le haut et se rend au radiateur chargé d'assurer son refroidissement par l'air.

Ce système est plus sûr que le précédent car la température, en cas d'échauffement, est maintenue à 100° tant qu'il y a de l'eau, et la vapeur dégagée prévient le conducteur. De plus, le radiateur est mieux orienté et offre à l'air une surface beaucoup plus grande que le cylindre à ailettes, ce qui diminue l'importance de la ventilation nécessaire à son refroidissement.

CHEMISES D'EAU.

L'enveloppe de la chemise d'eau est venue de fonderie avec les cylindres et la culasse. Elle comporte une entrée d'eau au point le plus bas pour permettre une vidange complète en cas de gelée, une sortie d'eau au point le plus haut pour éviter la formation de poches de vapeur, et souvent des regards permettant le dessablage après fonderie; ces regards sont fermés par des plaques boulonnées.

La présence des soupapes complique beaucoup la forme des chemises d'eau (voir fig. 48).

RADIATEUR.

Les radiateurs à tubes d'eau se composent de deux collecteurs reliés par des faisceaux de tubes dont la surface de refroidissement est souvent augmentée par des ailettes. Ces tubes sont verticaux (fig. 133), horizontaux ou semi-circulaires. L'air passe entre les tubes.

On emploie actuellement des radiateurs dont les tubes ont une section très aplatie; ils portent le nom de radiateurs à lames.

Les radiateurs "nids d'abeille" (fig. 134) sont à tubes d'air; les tubes sont horizontaux, évasés aux extrémités et soudés bord à bord; ils laissent donc entre eux, dans leur partie médiane, un espace dans lequel circule l'eau.

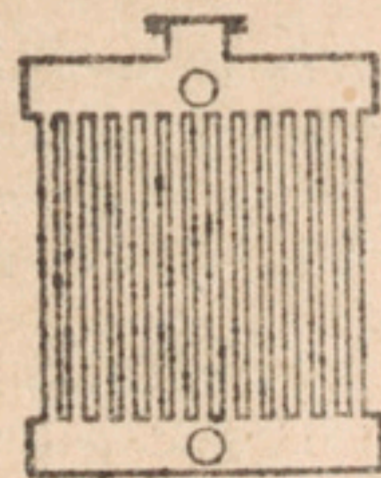


Fig. 133 - Radiateur à tubes verticaux.

Le radiateur est un organe fragile qui doit être soustrait aux déformations élastiques du châssis; il est fixé sur celui-ci par l'intermédiaire de lames élastiques, de tourillons, de rotules ou de blocs de caoutchouc.

Les tuyauteries qui le relient aux cylindres sont toujours coupées par des raccords en caoutchouc entoilé qui évitent les déformations du radiateur et l'isolent des vibrations du moteur.

CIRCULATION D'EAU.

L'eau peut circuler par simple différence de densité (fig.135); l'eau chaude venant des cylindres monte au radiateur, augmente de

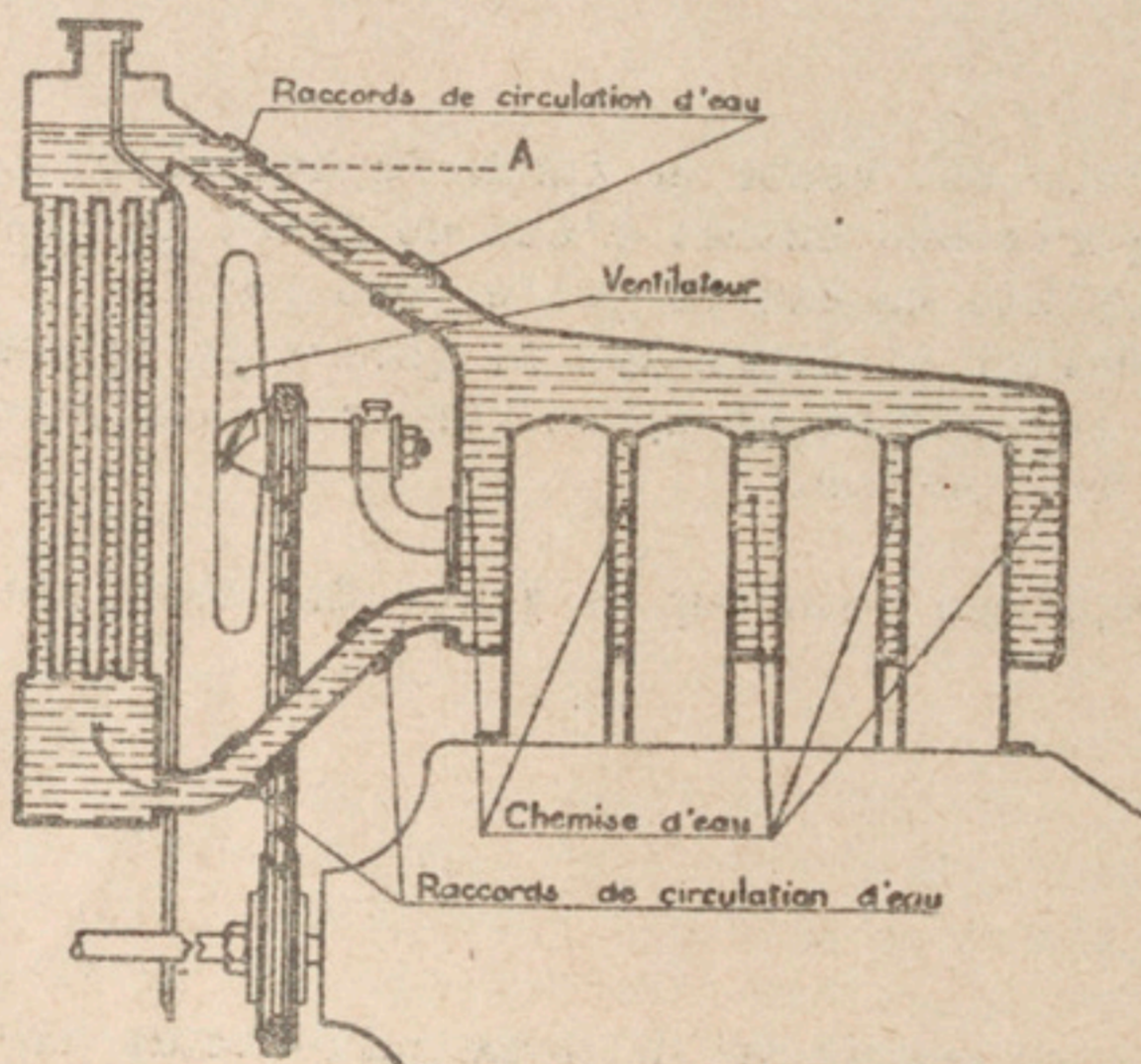


Fig.135 - Circulation par thermosiphon.

densité en se refroidissant et descend à la base de celui-ci, d'où elle est appelée au bas des cylindres.

La vitesse de circulation dépend de la hauteur des colonnes d'eau chaude et froide et de la différence de température entre ces deux colonnes.

Cette vitesse est faible (15 centimètres par seconde environ), il faudra donc de grosses tuyauteries ayant des courbures peu

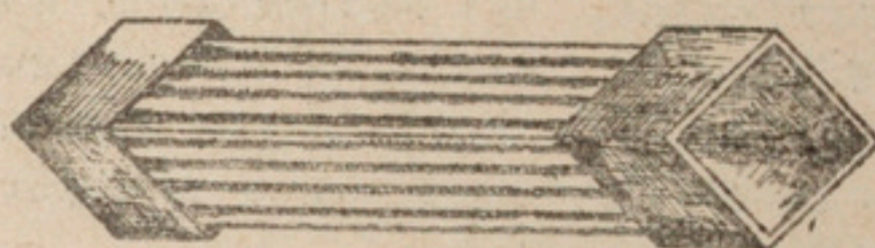
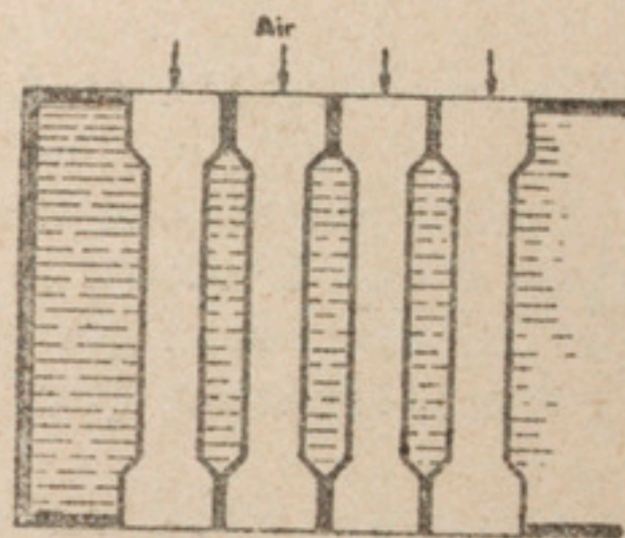


Fig.134 - Coupe dans un plan horizontal d'un radiateur nids d'abeille et tube de ce radiateur.

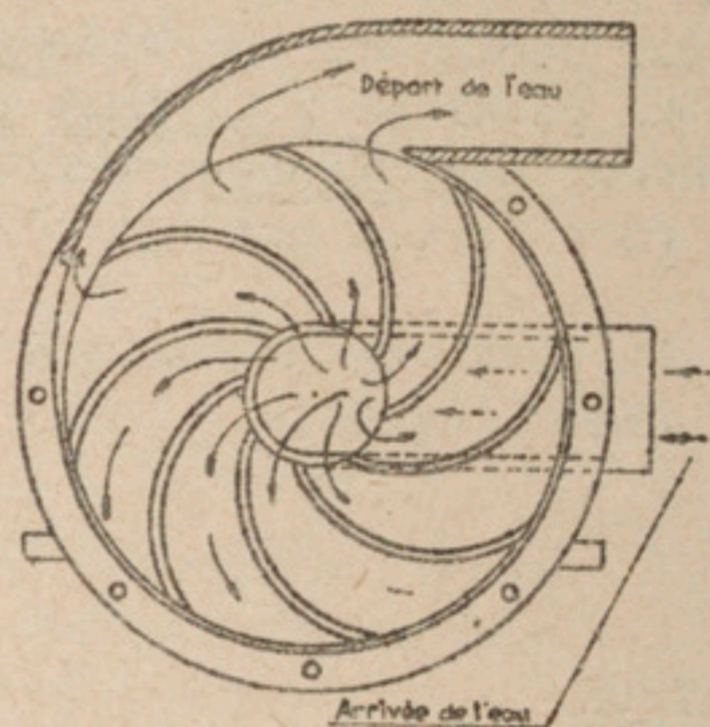


Fig.136 - Pompe centrifuge.

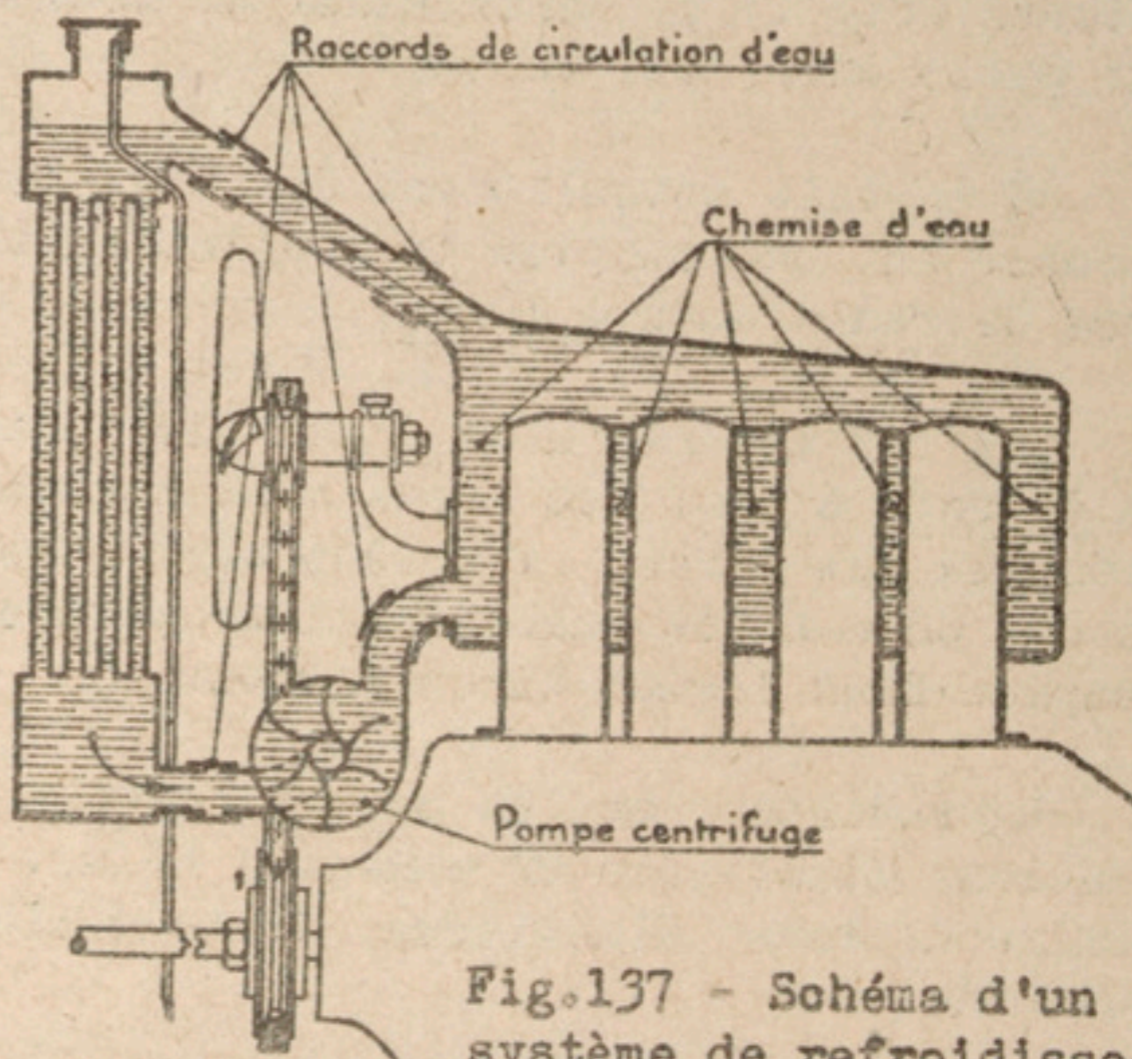


Fig.137 - Schéma d'un système de refroidissement par pompe.

prononcées pour ne pas la réduire, et beaucoup d'eau. Mais ce système (dit par thermosiphon) est très simple.

On peut accélérer la circulation par une pompe centrifuge (fig.136) placée sur la tuyauterie et actionnée par le moteur; la vitesse d'écoulement atteint 1 mètre par seconde; on gagne sur le poids d'eau, l'encombrement du radiateur et des tuyauteries (fig.137). Mais la pompe consomme de la puissance, s'use, donne lieu à des fuites d'eau et peut être gravement détériorée en cas de gelée. Par contre, la circulation est assurée même s'il manque une quantité d'eau notable, alors que par thermosiphon elle s'arrête dès que le niveau arrive en A (voir fig.135).

CIRCULATION D'AIR.

Cette circulation est constamment indispensable si l'on veut éviter la vaporisation de l'eau.

Sur les voitures de tourisme roulant à bonne vitesse en air calme, elle pourrait se faire par inertie; le radiateur se déplace par rapport à l'air. Mais si le vent est arrière, ou si le véhicule roule à petite allure (poids lourds), il faut forcer la circulation d'air au moyen d'un ventilateur généralement aspirant, placé derrière le radiateur, sous le capot, et commandé par le moteur par courroie.

L'air chaud doit être évacué par des orifices de section suffisante : volets de capot, ou sortie sous le plancher de la voiture.

Dans certains cas, le volant est muni d'ailettes jouant le rôle de ventilateur; le capot doit alors être étanche pour forcer l'air aspiré à traverser le radiateur placé généralement à l'arrière du moteur, et l'on fait chauffer ce dernier en marchant capot ouvert.

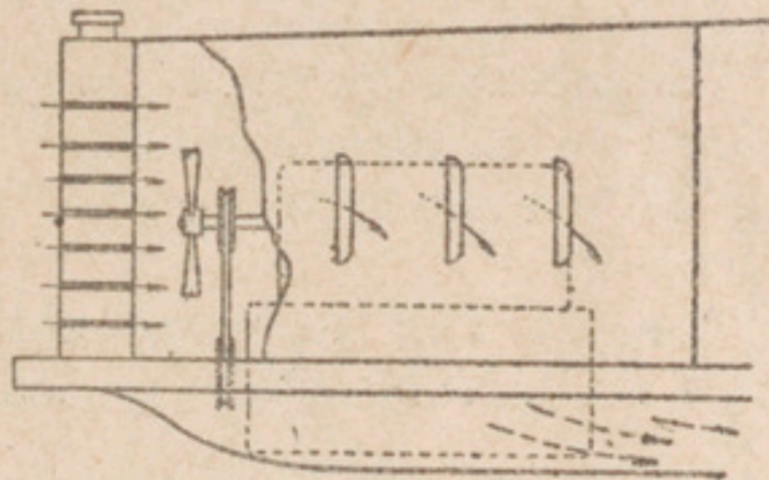


Fig.138
Circulation de l'air.

GEL ET ENTARTRAGE.

On évite le gel de l'eau de la circulation en y ajoutant de la glycérine neutre (20 à 35%), ou de l'alcool. Il faut éviter avec soin les fuites de ces liquides coûteux.

Les eaux calcaires ou séléniteuses ne doivent pas être employées, car elles donnent rapidement des dépôts, appelés couramment tartre, mauvais conducteur de la chaleur; le moteur chauffe de plus en plus sans que l'eau se vaporise. Il faut procéder alors au détartrage en utilisant des solutions d'eau et d'acide chlorydrique ou de potasse.

CHAPITRE XV

MOTEURS A DEUX TEMPS

On a cherché à réduire le nombre des temps résistants du cycle de Beau de Rochas. On peut en supprimer deux, puisque le moteur doit revenir à sa position initiale en fin du cycle.

On doit garder la compression, très importante pour le rendement, et la détente motrice. Ce sont donc les temps de distribution du mélange gazeux qui seront sacrifiés : l'admission et l'échappement se feront à la fin de la détente et au début de la compression.

Le fonctionnement est alors le suivant :

Premier temps :

(Supposons qu'un mélange gazeux a été introduit et comprimé dans le cylindre); l'allumage produit l'explosion, suivie de la détente qui chasse le piston vers le bas. (fig.139).

Vers la fin du temps-détente, le piston démasque l'orifice d'échappement E (fig.140) et la pression tombe rapidement aux environs de 1 kg 5.

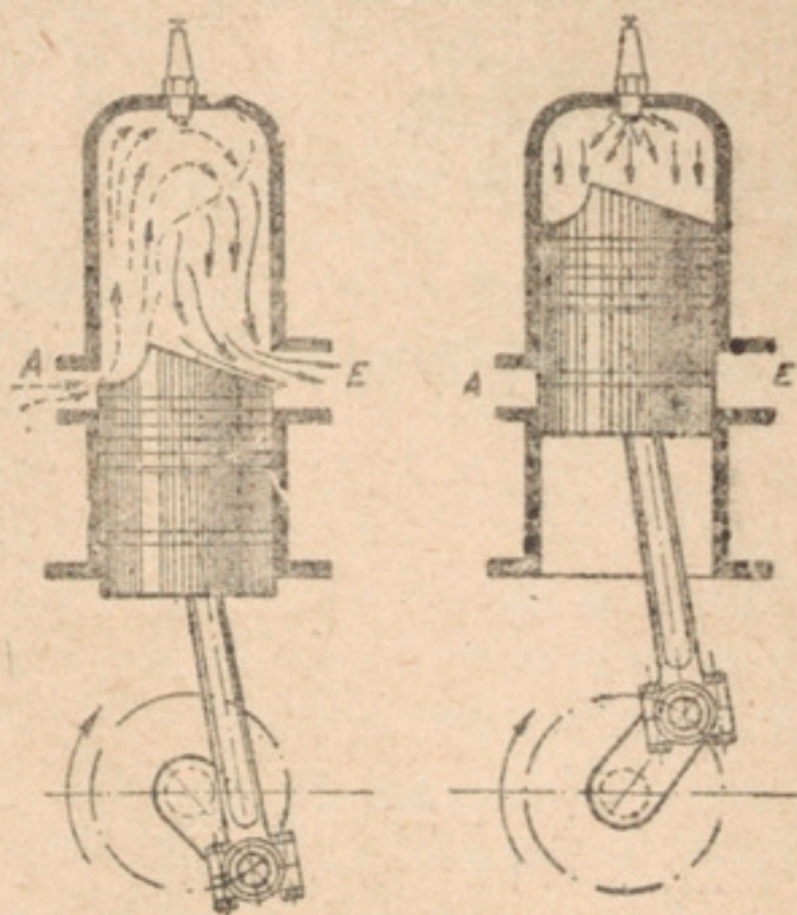


Fig.139

Fig.140

Moteur à deux temps

L'orifice d'admission A est démasqué peu après celui d'échappement, et les gaz frais, comprimés par une pompe auxiliaire, sont introduits sous une pression voisine de 1 kg 5. La forme "en déflecteur" du fond de piston oriente les gaz frais vers la culasse; ils chassent devant eux les gaz brûlés qui continuent à sortir par E.

Deuxième temps :

Le piston remonte; l'admission sous pression se termine à la fermeture de A, l'échappement E, qui continuait par vitesse acquise des gaz brûlés, est fermé à son tour, puis le mélange admis subit la compression.

Pompe à gaz - Il faut une pompe pour refouler les gaz frais sous pression dans le cylindre. La pompe la plus simple, parce que toute faite, est constituée par l'ensemble piston-carter.

MOTEURS A COMPRESSION DANS LE CARTER.

Le carter est étanche; un vide s'y produit quand le piston monte et, en fin de course, les gaz frais y sont aspirés par une lumière démasquée par exemple par le piston (fig.141 a).

A sa descente, le piston ferme la lumière, comprime le mélange, puis, en fin de course, le fait passer dans le cylindre par un canal de transvasement (fig.141 b).

COMPARAISON ENTRE LE DEUX TEMPS ET LE QUATRE TEMPS.

Le moteur à deux temps donne une explosion par tour; un deux cylindres sera donc aussi régulier qu'un quatre cylindres quatre temps. Le mécanisme de distribution est simplifié à l'extrême, le poids et l'encombrement réduits d'un tiers à égalité de puissance. Mais la consommation en essence est plus grande parce qu'on ne peut empêcher une sortie partielle des gaz frais par l'échappement, parce que l'avance à l'ouverture d'échappement est très grande et tronque la détente.

Il y a aussi difficulté de graissage dans les moteurs à compression dans le carter car on ne peut que mélanger l'huile à l'essence. Ce procédé entraîne une consommation assez forte en lubrifiant.

Les moteurs à deux temps sont employés sur certaines motocyclettes et voiturettes où la simplicité prime l'économie de combustible, ou bien comme moteurs industriels de très grande puissance (2 à 4.000 C.V.) parce que leurs dimensions plus réduites à égalité de puissance en rendent la construction moins coûteuse, et que le balayage des gaz brûlés dans le cylindre se fait au moyen de l'air (voir moteur Diesel).

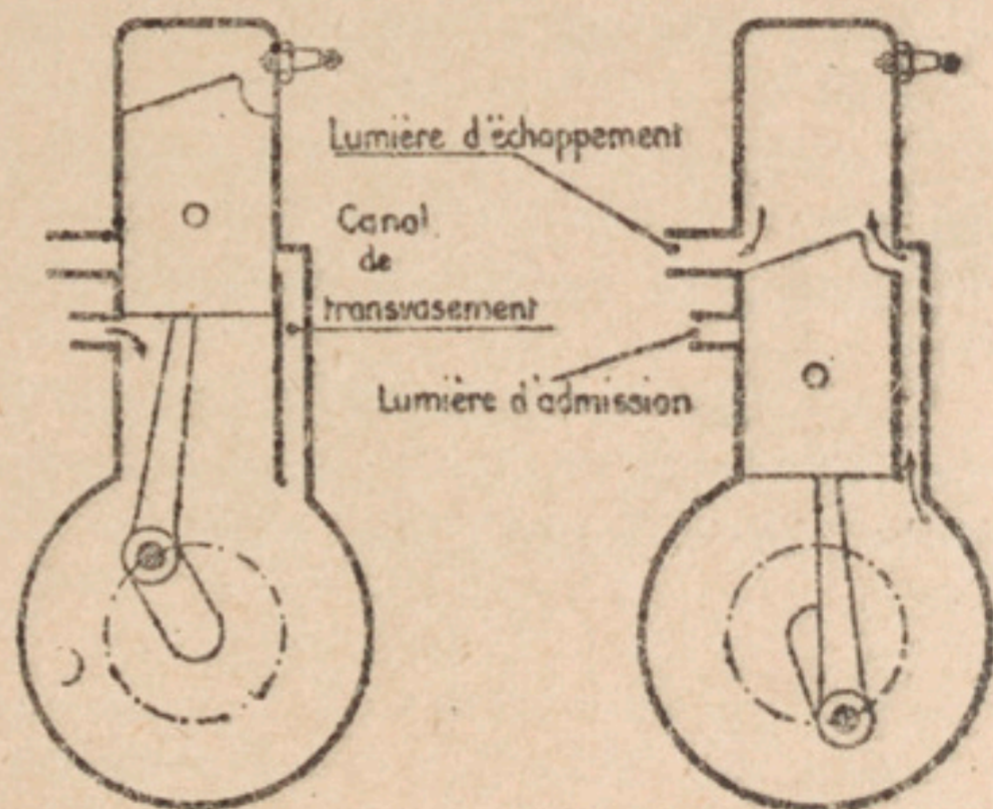


Fig.141

a - Admission dans le carter. b - Transvasement des gaz dans le cylindre

Des moteurs à deux temps sont construits dans lesquels certains des inconvénients ci-dessus sont diminués au prix d'une complication plus grande des organes.

CHAPITRE XVI

PUISSANCE ET RENDEMENT

DES MOTEURS.

RENDEMENT.

La chaleur dégagée par la combustion de l'essence n'est pas entièrement transformée en travail; une grande partie est évacuée à l'extérieur par le radiateur et par les gaz d'échappement. Cette chaleur est perdue, et le rendement du moteur ne dépasse guère 25 %.

On peut améliorer ce rendement en augmentant le taux de compression ce qui accélère la rapidité de la combustion. A ce point de vue, les moteurs à cylindre en I sont avantageux, parce que leur culasse peut être parfaitement usinée et polie et qu'elle ne présente pas d'aspérités facilitant les allumages anticipés par points chauds, surtout avec les fortes compressions.

D'autre part, plus le moteur tournera vite moins les gaz auront le temps de céder de la chaleur aux parois pendant la détente.

Les moteurs de 1900 tournaient à 1.200 tours-minute; ceux d'aujourd'hui arrivent à 3.500 tours pour les voitures d'usage courant et à 7.000 pour les voitures de course.

On cherche aussi à diminuer les pertes par frottement aux différentes articulations : usinage soigné des portées, roulements à billes, à rouleaux, à aiguilles, etc...

PUISSANCE.

La puissance d'un moteur est le travail qu'il peut accomplir en une seconde.

Il y a deux façons d'augmenter la puissance d'un moteur :

- augmenter la force agissant sur le piston à chaque explosion, c'est-à-dire le volume de chaque cylindrée (gros moteurs);

- augmenter le nombre des explosions par seconde en faisant tourner le moteur plus vite.

La première solution est celle des tracteurs qui ont besoin de développer dès le démarrage (moteurs tournant à 1.000 tours-minute environ) un gros effort, et que le poids ne gêne pas.

La deuxième est celle des voitures de tourisme qui cherchent le moteur léger et peuvent le faire tourner vite parce qu'il sera attelé, sans trop de démultiplication, par engrenages à des roues qui tournent elles-mêmes vite (voitures rapides).

Pour un moteur donné, la puissance à pleins gaz dépend évidemment de sa vitesse de rotation;

Elle augmente d'abord avec cette vitesse parce que le nombre d'explosions par seconde est plus grand et que les cylindrées sont à peu près complètes aux allures moyennes.

Elle diminue ensuite, après être passée par un maximum, parce que

le taux de remplissage baisse beaucoup aux très grandes allures et que l'accroissement du nombre d'explosions par seconde ne suffit plus à compenser l'effort moteur de plus en plus faible fourni par chacune d'elles.

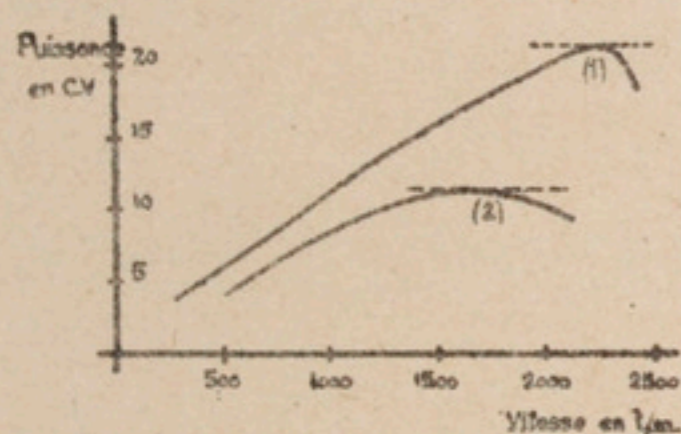


Fig. 142 - Caractéristiques de puissance.

Cette puissance s'évalue en chevaux-vapeur et peut être représentée par une courbe (fig. 142) dite caractéristique du moteur.

Cette courbe est plus ou moins pointue (1), ou aplatie (2), suivant que la distribution du moteur lui permet de conserver, ou non, un bon taux de remplissage quand il accélère. Le moteur (1) est dit poussé par rapport à (2), et (2) est dit plat par rapport à (1).

La puissance spécifique d'un moteur est le nombre de chevaux qu'il peut donner par litre de cylindrée. Les premiers moteurs donnaient 5 C.V. par litre; on atteint actuellement 30 C.V. pour les voitures de tourisme et 100 pour les voitures de course.

La consommation spécifique d'un moteur est le nombre de grammes d'essence dépensés par cheval fourni pendant une heure. Elle est plus élevée aux très faibles et très grandes vitesses, et passe par un minimum, aux environs du maximum de puissance de la caractéristique. Cette consommation varie de 250 à 300 grammes d'essence par C.V. heure.

DÉTERMINATION DE LA PUISSANCE D'UN MOTEUR.

On peut calculer ou mesurer la puissance d'un moteur.

Pour l'impôt, par exemple, on calcule la puissance fiscale d'après la cylindrée totale du moteur avec un coefficient différent pour les voitures de tourisme et les poids lourds.

La formule donnant les résultats les plus approchés pour les moteurs actuels est celle de Lienhard :

"La puissance effective d'un moteur ayant des cylindres en I et un taux de compression de 5.5 (marche à l'essence) est de 10 C.V. par litre de cylindrée et par 1000 tours de vitesse de rotation à la minute." Cette valeur est réduite de 30 à 50% pour les moteurs à cylindres en L à régime moyen ou lent.

La mesure de la puissance effective d'un moteur se fait soit au moyen du frein Froude (hydraulique) soit avec la dynamo dynamomètre, soit avec la dynamo dynamométrique.

CHAPITRE XVII

L'EMBRAYAGE

Le moteur à explosion ne peut démarrer qu'à vide et ne fournit une puissance appréciable qu'à une certaine vitesse de rotation (de l'ordre de 500 à 1.000 tours-minute). On ne peut songer à relier brutalement, par un clavetage par exemple, l'arbre moteur tournant à 800 tours-minute, aux roues immobiles, pour obtenir le démarrage; ils y aurait rupture ou torsion des arbres. La liaison doit se faire progressivement au moyen d'un embrayage.

PRINCIPE DE L'EMBRAYAGE.

L'embrayage utilisé en automobile est du type à friction; il se compose en principe (fig.143) de deux plateaux A et B : l'un A porté par l'arbre moteur, l'autre B pouvant coulisser longitudinalement sur l'arbre relié aux roues motrices, mais ne pouvant tourner par rapport à cet arbre appelé arbre primaire de la boîte de vitesses.

Un ressort R presse les deux plateaux l'un sur l'autre. Une pédale P agit sur une fourchette qui écarte B de A en comprimant le ressort : cette pédale débraye le moteur, à la volonté du conducteur.

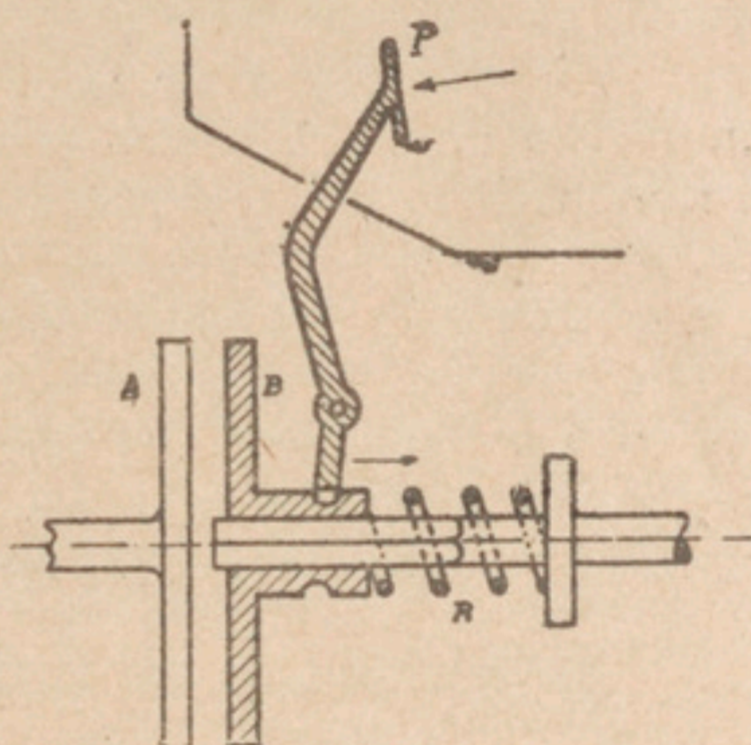


Fig.143
Schéma de principe
de l'embrayage à friction

Si ce dernier lâche progressivement la pédale, le ressort applique progressivement les deux plateaux l'un sur l'autre; ils commencent par patiner; puis B se met à tourner de plus en plus vite, finalement la pédale est complètement abandonnée et l'embrayage reste attelé automatiquement, le ressort suffisant alors pour empêcher tout patinage des plateaux.

QUALITÉS D'UN EMBRAYAGE.

Un bon embrayage doit être progressif, c'est sa raison d'être.

Il ne doit pas patiner en marche; il faudra calculer ses éléments (diamètre des plateaux, force du ressort, etc.), en fonction de la puissance à transmettre.

Il doit être équilibré à l'embrayé, c'est-à-dire que son ressort ne doit pas produire des poussées longitudinales des arbres sur leurs portées. Il suffit pour cela que le ressort prenne appui par ses deux extrémités directement, ou avec interposition d'une pièce, sur le vilebrequin lui-même.

La partie de l'embrayage tournant avec l'arbre primaire doit présenter aussi peu d'inertie que possible; comme on le verra plus loin, ceci facilitera la manoeuvre de la boîte de vitesses intercalée entre l'embrayage et les roues. Enfin, l'effort à exercer pour débrayer doit être faible.

EMBRAYAGE A PLATEAU OU A DISQUE UNIQUE.

Un plateau A (fig. 144), solidaire à la rotation de l'arbre primaire grâce à un emmanchement par cannelures, peut être serré entre la toile du volant C et un autre plateau B lié au mouvement de rotation d'une cloche D boulonnée sur le volant. Le ressort placé entre la cloche et le plateau B produit l'embrayage; la pédale agit sur le manchon à gorge E pour débrayer.

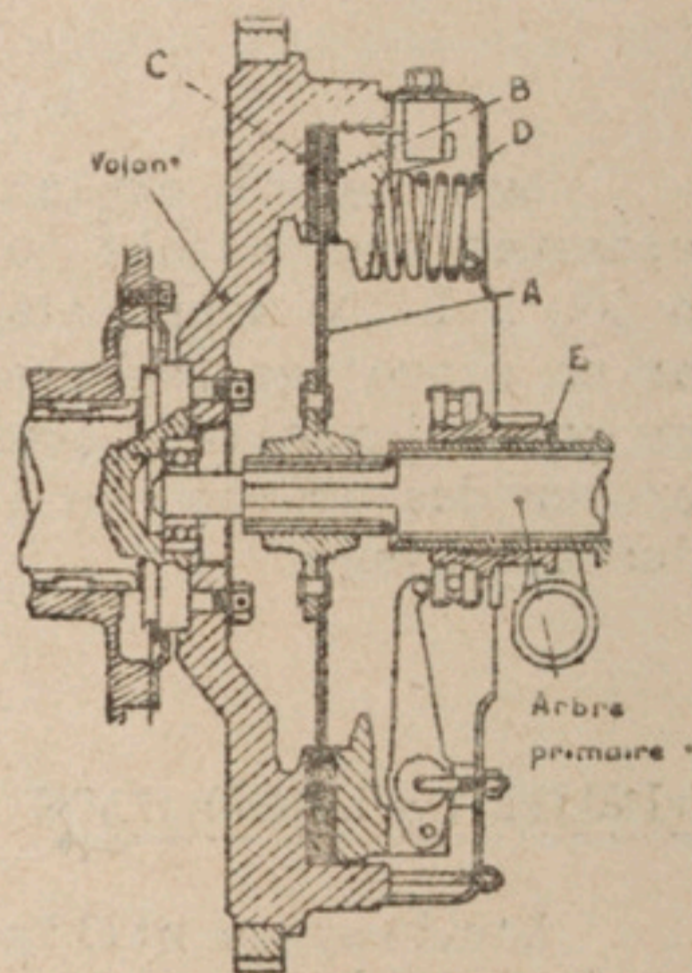


Fig 144.
Embrayage à plateau ou à disque unique.

Le frottement se fait généralement à sec par l'intermédiaire de garnitures en ferodo (tissu d'amiante et de fils de laiton imprégné de substances à base de caoutchouc).

Cet embrayage n'est pas très progressif; par contre, son inertie côté primaire est faible.

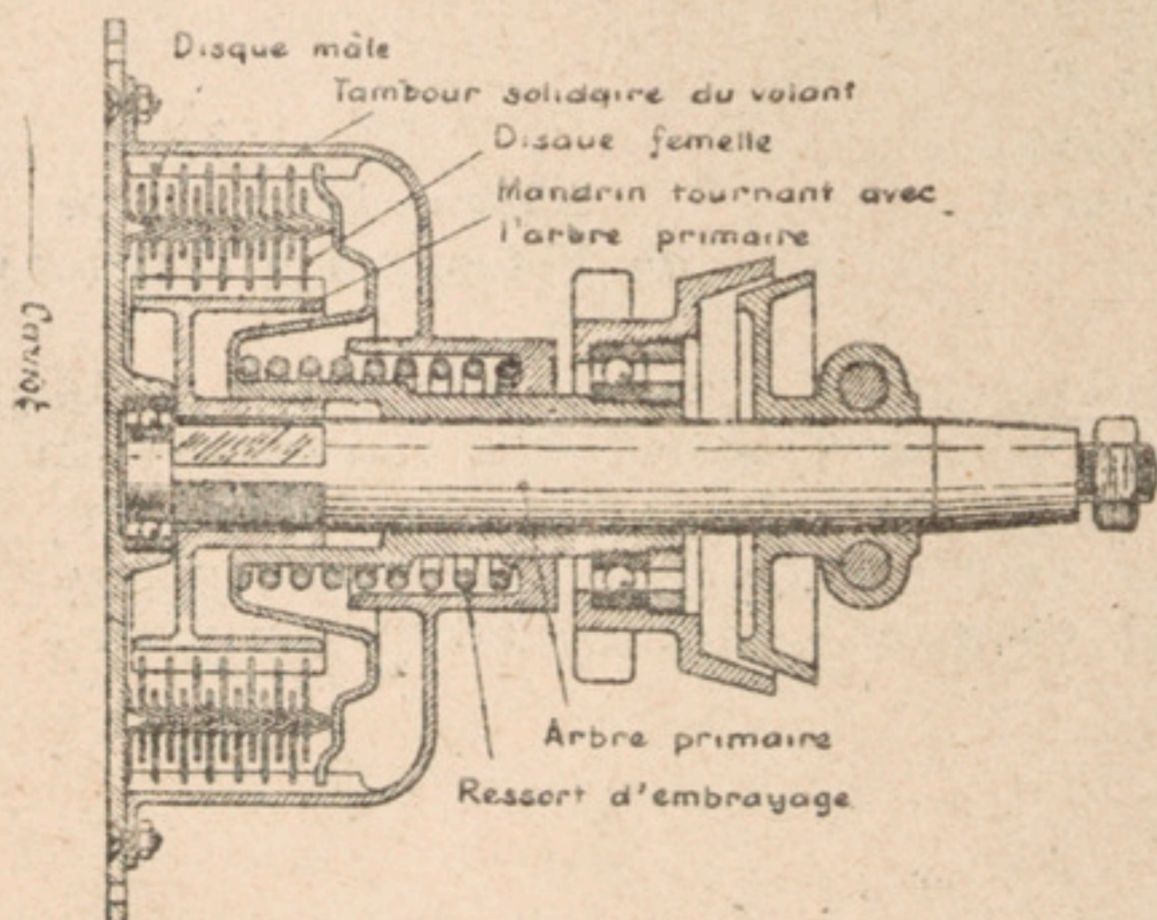


Fig. 145 - Embrayage à disques multiples.

EMBRAYAGE A DISQUES MULTIPLES.

Pour augmenter la progressivité, on peut multiplier les surfaces en contact en alternant des disques solidaires de

l'arbre primaire avec d'autres entraînés par le volant (fig. 145).

L'effort moteur à transmettre est réparti sur l'ensemble des disques; la tension du ressort est plus faible, mais la course de débrayage est plus grande. On peut déformer les disques comme l'indique la figure 145, ou bien en y découpant des languettes (fig. 146), ce qui facilite leur décollement et augmente encore la progressivité.

Cet embrayage fonctionne dans un mélange d'huile fluide et de pétrole. S'il fonctionne à sec, les disques sont pourvus de pastilles de liège (motocyclettes). Il arrive souvent que les embrayages à disques métalliques multiples ne débrayent pas complètement à froid par suite de la viscosité du lubrifiant.



Fig. 146
Dispositif de progressivité.

EMBAYAGE A CÔNE.

Deux surfaces coniques adhèrent bien plus énergiquement l'une dans l'autre que deux plateaux de même diamètre poussés par le même ressort. Plus le cône est effilé meilleure est l'adhérence, mais plus il faut de course de débrayage pour écarter suffisamment les deux surfaces l'une de l'autre.

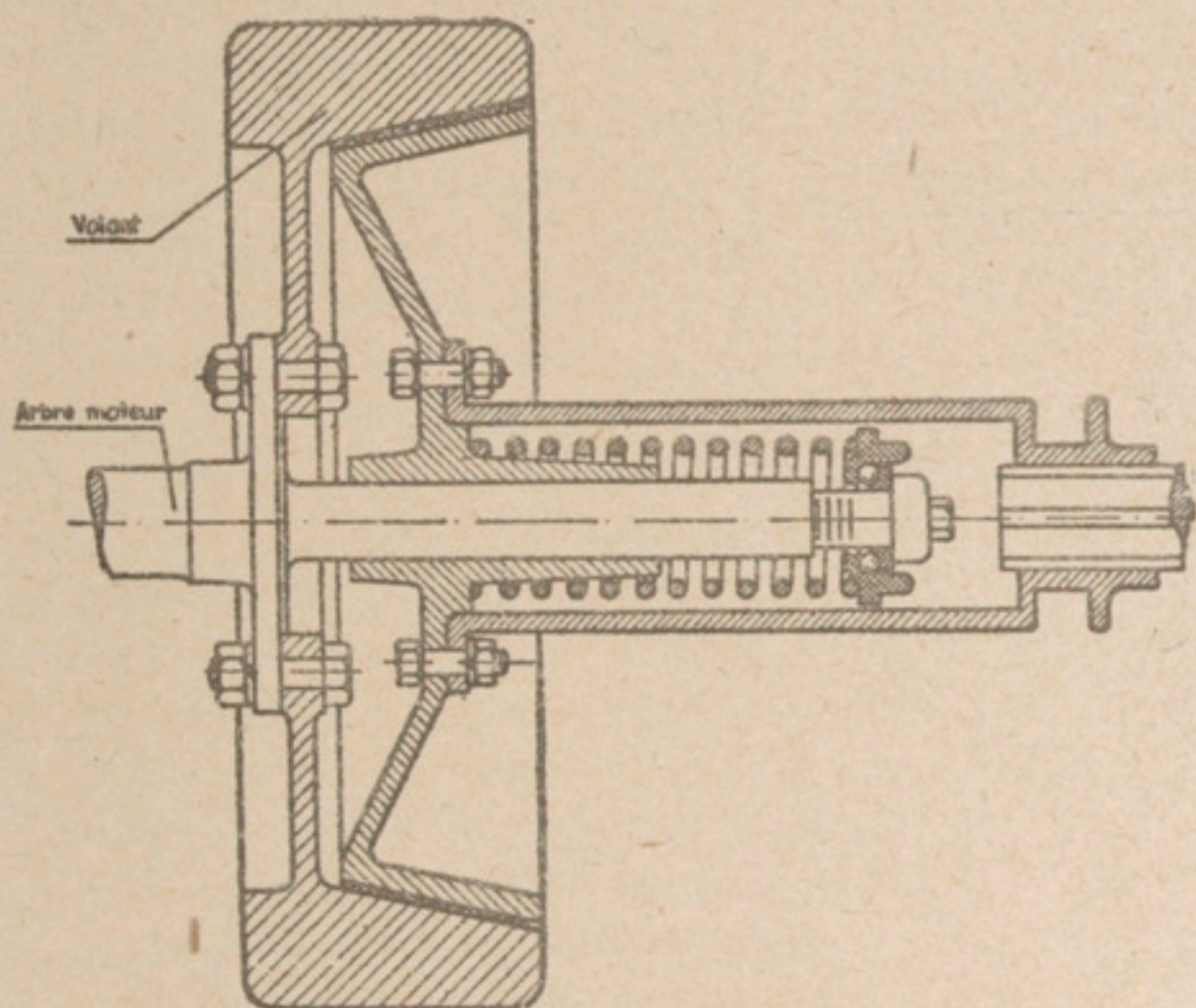


Fig. 147 - Embrayage à cône direct.

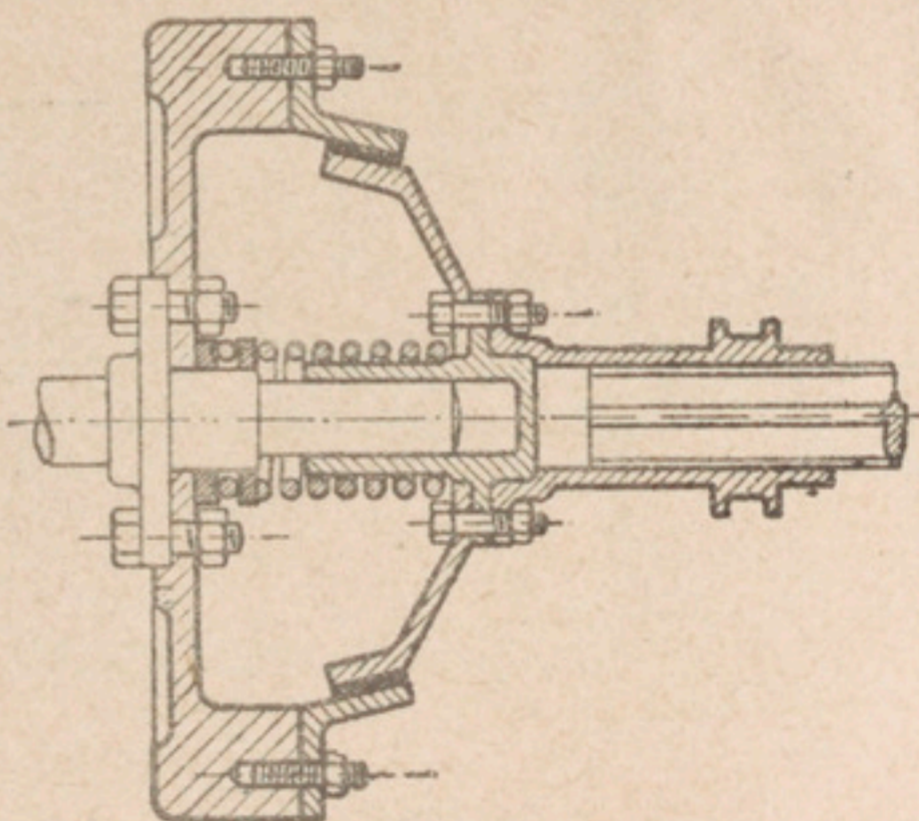
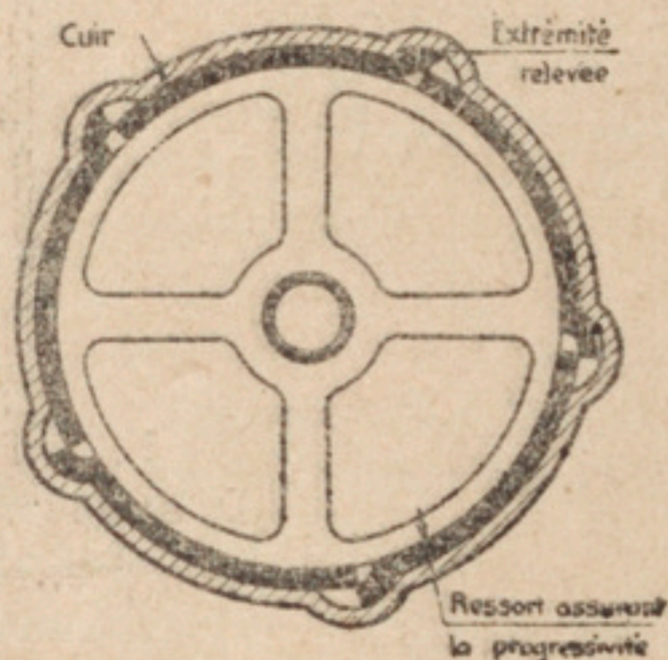


Fig. 148
Embrayage à cône inverse.

L'une des pièces de cet embrayage, ou cône femelle, est soit le volant (cône direct, fig. 147), soit une cloche conique boulonnée sur celui-ci (cône inverse, fig. 148). L'autre, le cône mâle, garni de cuir ou de ferodo, coulisse sur l'arbre primaire tout en l'entraînant.

Cet embrayage tend à coincer assez brutalement; il faut, pour le rendre progressif, soulever le cuir en plusieurs points par de petits ressorts (fig. 149), ou des boudins de caoutchouc; les bossages ainsi réalisés entrent d'abord en contact au moment de la prise, puis s'aplatissent sous l'action du ressort d'embrayage.

Le cône mâle est d'assez grand diamètre : on le fait en tôle d'acier ou en alliage d'aluminium, pour réduire son inertie. Ce genre d'embrayage tend à disparaître dans la construction moderne.



Dans certains types d'embrayage, l'une des extrémités du ressort est arrêtée au débrayé, et l'autre sollicitée à la rotation par le moteur; on y dispose une butée à billes pour éviter l'usure considérable d'une butée lisse soumise à une pression de l'ordre de 100 à 500 kilogrammes.

Fig. 149
Ressorts de progressivité.

CHAPITRE XVIII

BOITE DE VITESSES

La boîte de vitesses permet de modifier le rapport de démultiplication entre le moteur et les roues. Elle est indispensable si l'on veut maintenir le moteur aux environs de son régime normal quelles que soient les résistances à l'avancement de la voiture : pente, charge, vent, etc...

BOITE DE VITESSES SANS PRISE DIRECTE.

La boîte la plus simple (fig.150) comprend un arbre primaire relié au moteur par l'embrayage et un arbre secondaire relié aux roues; ces deux arbres sont parallèles et peuvent être attelés par trains d'engrenages. L'un d'eux porte des pignons clavetés; l'autre des pignons correspondant aux premiers, ne pouvant tourner sur leur arbre, mais coulisant longitudinalement sur celui-ci : ces pignons sont dits baladeurs.

On peut n'avoir aucun pignon en prise et la boîte est dite "au point mort"; ou avoir un seul couple de pignons en prise; il y aura autant de vitesses à la boîte que de couples de pignons sur les arbres : parfois quatre, généralement trois sur les voitures de tourisme.

Si l'on admet une perte de 5 % de la puissance dans le train d'engrenages, on voit que le rendement de cette boîte est de 95 % et sensiblement le même sur toutes les vitesses.

Cette boîte est simple et convient aux véhicules qui n'emploient pas une démultiplication donnée beaucoup plus souvent qu'une autre (camions d'un type ancien, par exemple).

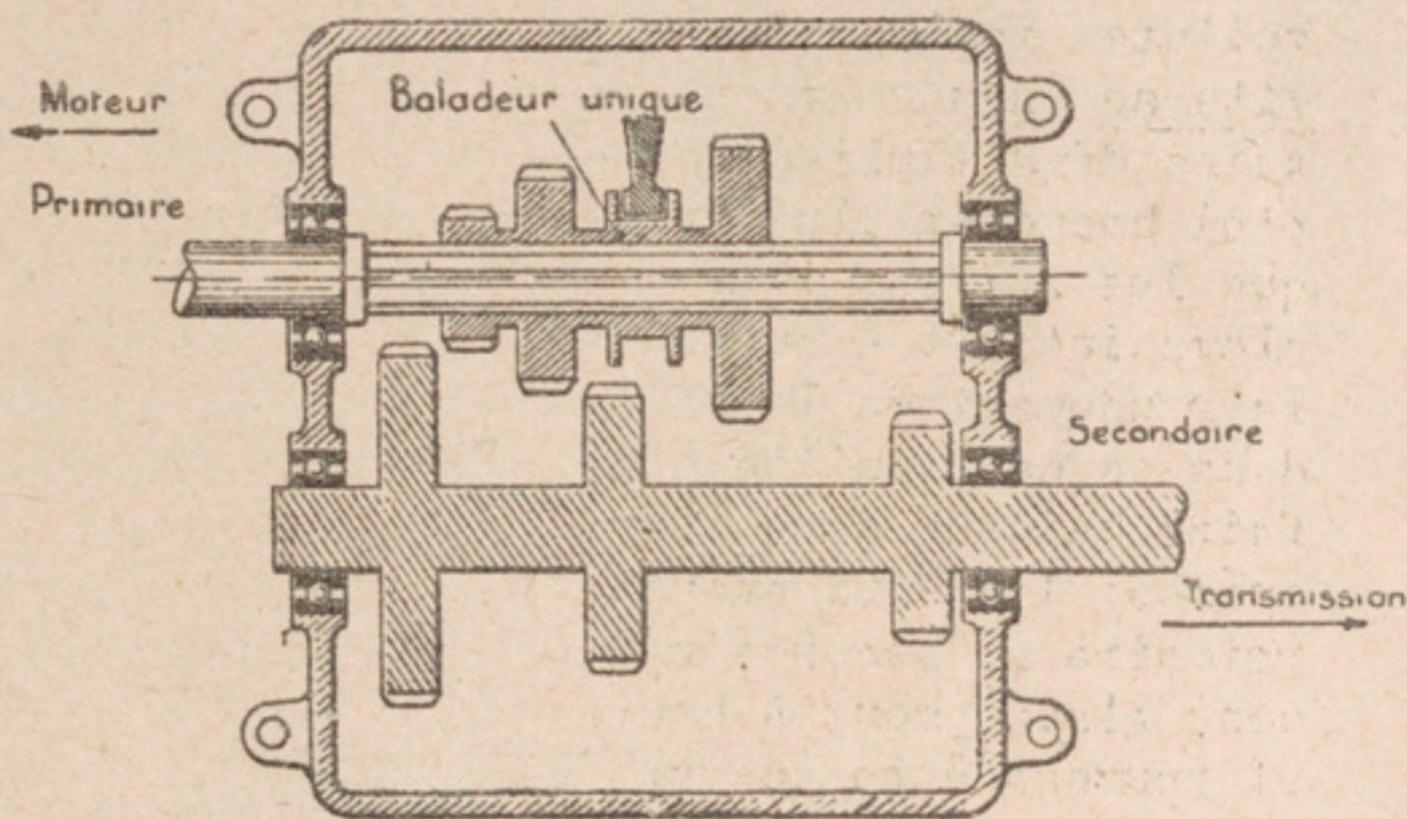


Fig.150
Boîte de vitesses sans prise directe.
Trois vitesses, un baladeur.

Elle a trouvé un renouveau de faveur avec les voitures à traction avant, grâce à l'emploi d'engrenages silencieux à taille hélicoïdale (7 Citroën).

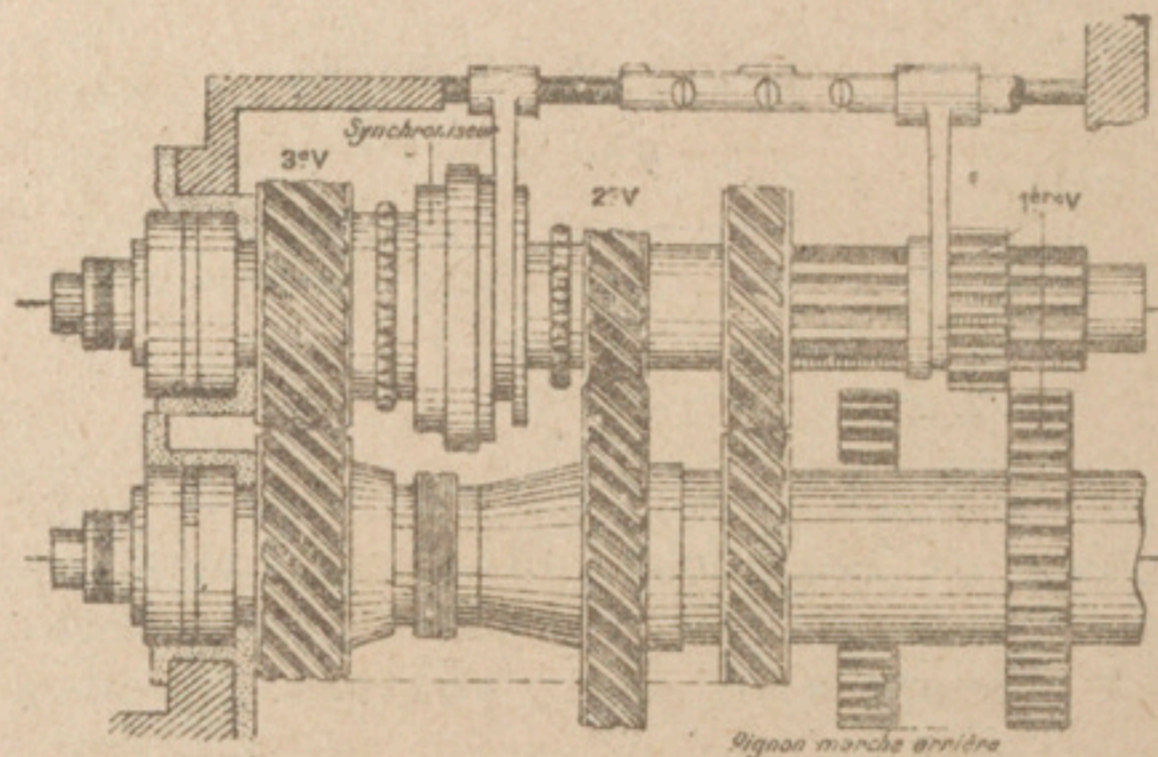
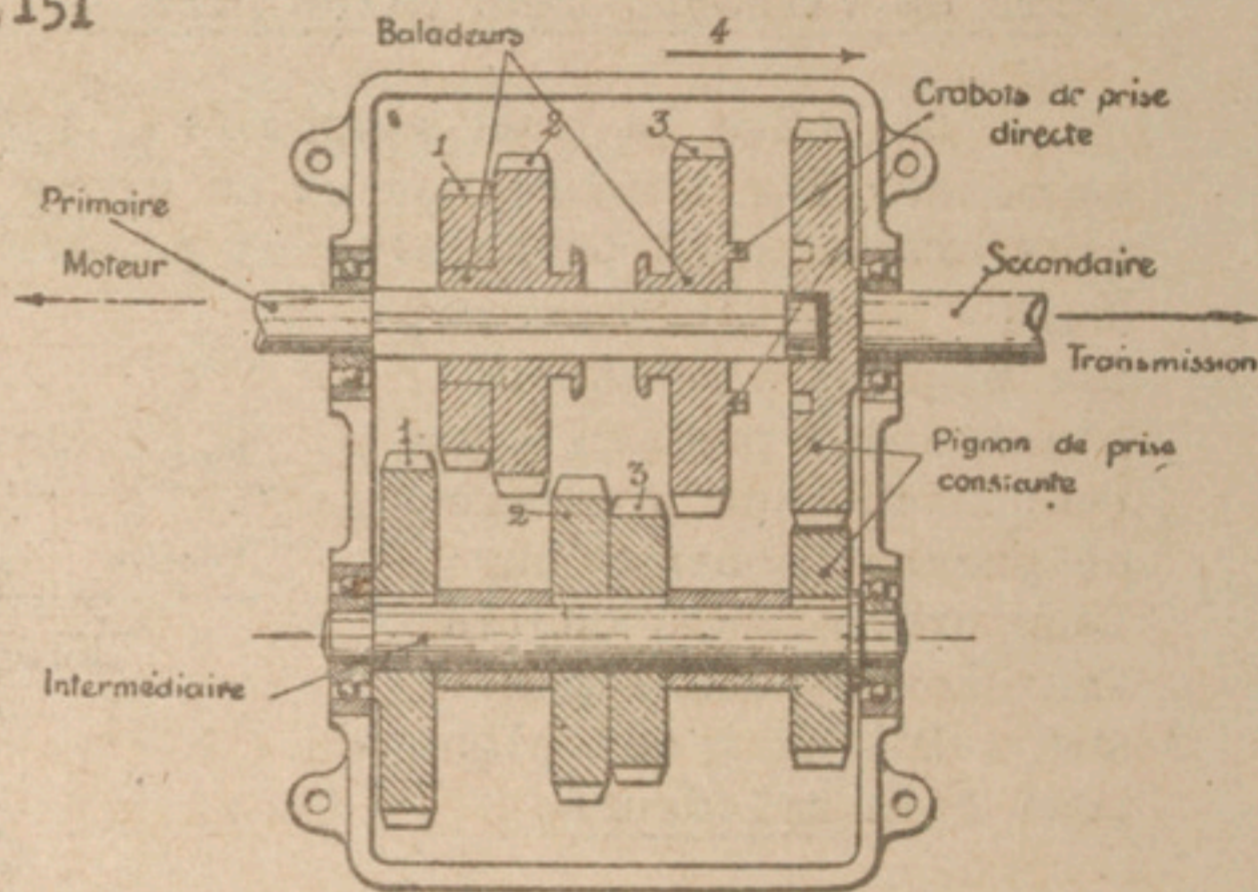


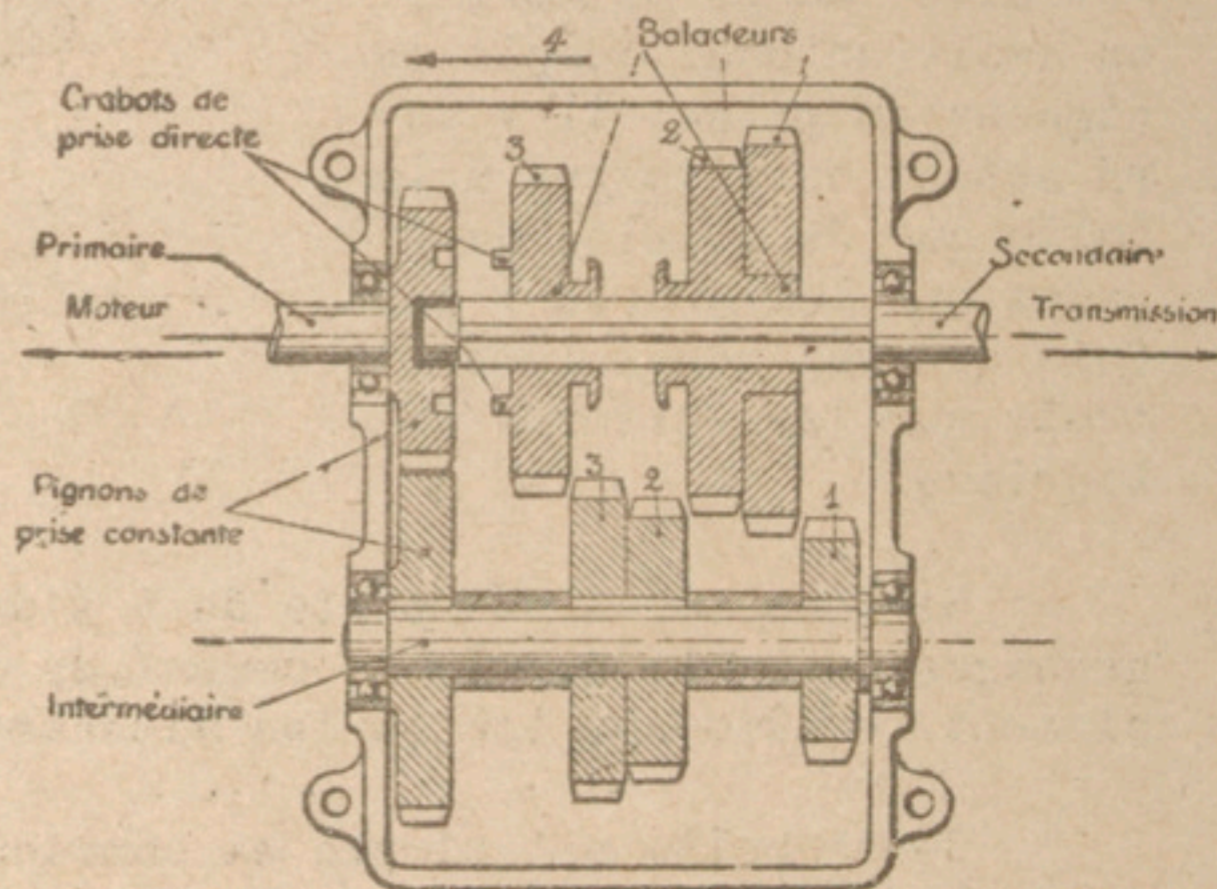
Fig. 151

BOITE A PRISE DIRECTE.

Au contraire, les voitures modernes ont une vitesse (généralement la moins démultipliée) d'emploi beaucoup plus fréquent que les autres; il y a alors intérêt à augmenter le rendement de la boîte dans ce cas, quitte à le faire baisser dans les autres; les deux arbres, primaire et secondaire, sont placés bout à bout et peuvent être accouplés directement (fig. 152; le rendement est voisin de 100%. Mais, pour réaliser d'autres combinaisons de vitesses, il faut passer du primaire à l'intermédiaire par un couple de pignons, et de l'intermédiaire au secondaire par un deuxième couple; le rendement n'est plus que de 90% environ sur les vitesses autres que la prise directe.



Figurine a.- Prise constante à l'avant.



Figurine b.- Prise constante à l'arrière.

Fig. 152 - Boîtes de vitesses avec prise directe, 4 vitesses, 2 baladeurs.

L'un des couples de pignons est le même pour toutes les vitesses; c'est la prise constante qui peut être entre primaire et intermédiaire (à l'avant), ou entre intermédiaire et secondaire (à l'arrière).

La prise directe se fait généralement par emboîtement des tenons ou crabots d'un plateau baladeur dans les logements correspondants de la toile du pignon de prise constante, ou par pignon à denture intérieure en prise avec un pignon denté extérieurement.

MARCHE ARRIÈRE.

La marche arrière est réalisée en interposant un pignon ou un arbre supplémentaire de renversement de marche. Par exemple (fig. 153), un pignon de grande largeur entre simultanément en prise avec les deux pignons de la première vitesse qui sont au point mort, c'est-à-dire non en prise, et produit leur entraînement l'un par l'autre dans le même sens, alors qu'en première vitesse ils tournent en sens inverse.

Ce pignon de marche arrière peut coulisser sur son arbre pour venir en prise, ou basculer autour d'un axe pour venir s'appliquer à la fois sur les deux autres (fig. 154).

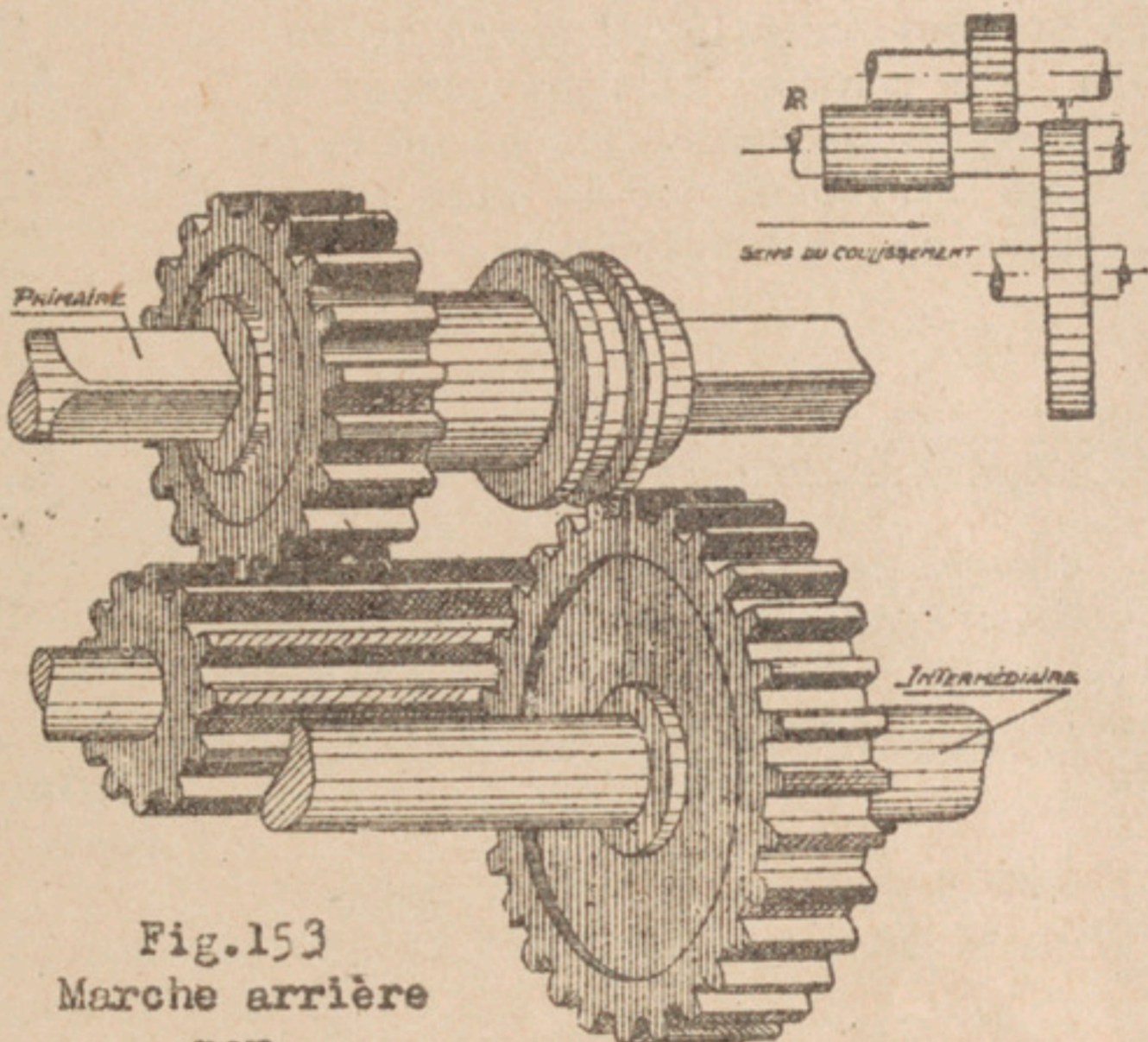


Fig.153
Marche arrière
par
coulissement

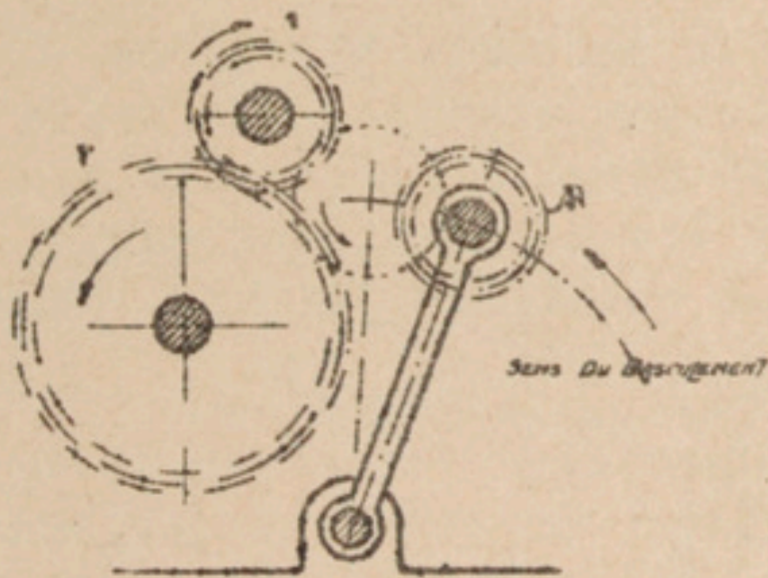


Fig.154
Marche arrière
par basculement.

BALADEURS.

Que la boîte soit avec ou sans prise directe, on peut monter les pignons baladeurs : tous sur le même manchon coulisant sur son arbre cannelé, la boîte est dite à baladeur unique; ou deux par deux ou isolément sur deux manchons séparés, la boîte est alors à baladeurs multiples.

Le baladeur unique (voir fig. 150) a l'avantage de n'exiger qu'une seule commande; par construction, il est impossible que deux vitesses viennent en prise à la fois; mais l'écartement nécessaire entre les pignons

successifs croît très vite avec le nombre des vitesses, la boîte est longue et encombrante et les arbres ont tendance à fléchir.

Les baladeurs multiples (fig.152 et 155) ne desservent chacun qu'une ou deux vitesses; la longueur de la boîte est proportionnelle au nombre des vitesses, alors que tout à l'heure elle était proportionnelle au carré de ce nombre. Par contre, il faut autant de commandes que de baladeurs et un verrouillage doit empêcher la mise en prise simultanée de deux baladeurs.

COMMANDE DES VITESSES.

Chaque manchon baladeur porte une gorge dans laquelle s'engage une fourchette (fig.156) fixée sur une tringle ou coulisseau parallèle aux arbres de la boîte.

Dans le cas du baladeur unique, l'extrémité du coulisseau est reliée par une bielle à un levier des vitesses tournant autour d'un axe horizontal (fig.157).

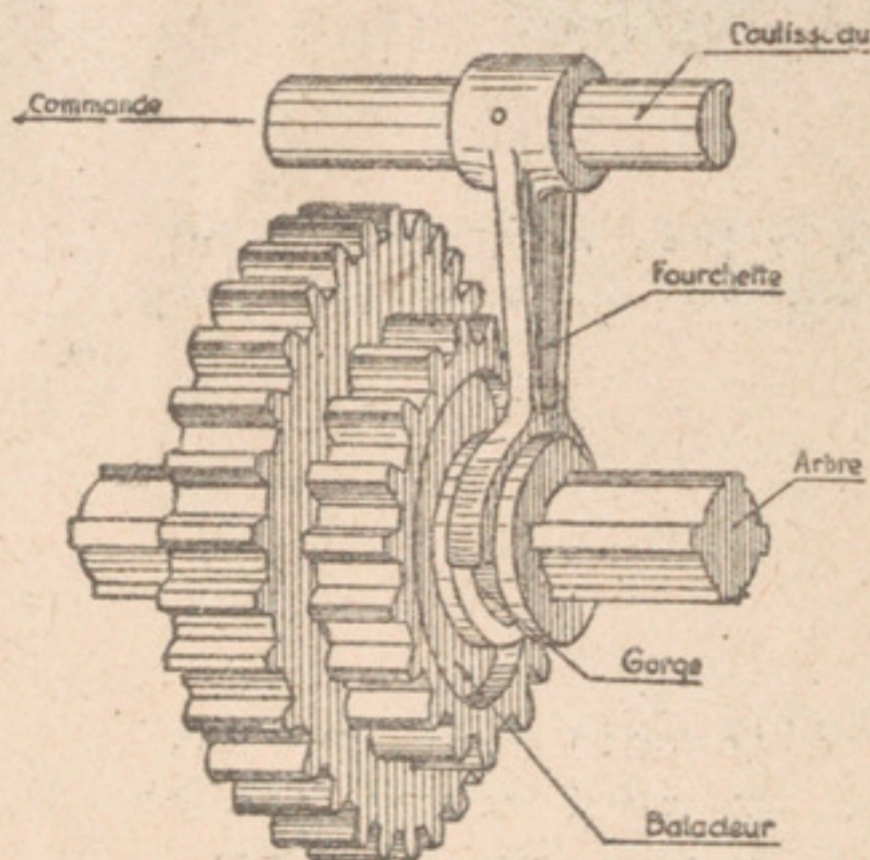


Fig.156 - Commande de baladeur.

Le levier des vitesses est claveté sur un arbre transversal tournant dans des coussinets fixés au châssis, et susceptible de coulisser longitudinalement dans ces coussinets.

Un doigt de commande est claveté sur cet arbre et s'engage dans les mortaises des coulisseaux.

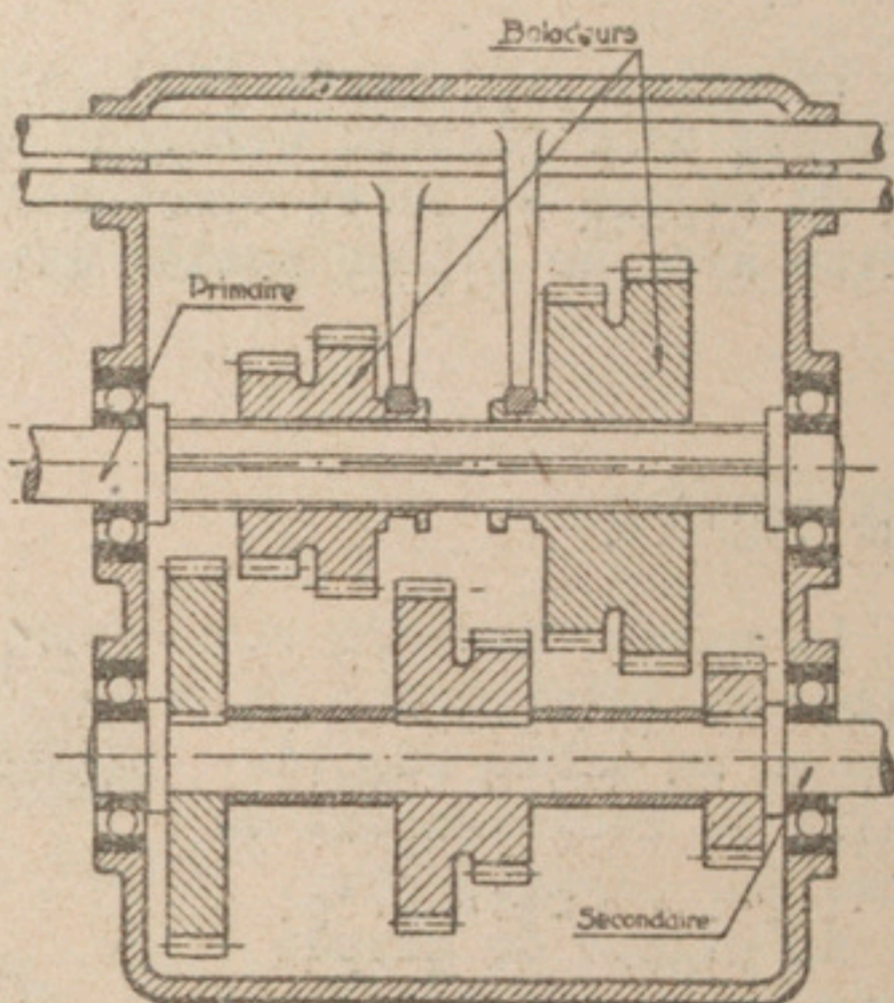


Fig.155
Boîte de vitesses sans prise directe, 4 vitesses, 2 baladeurs.

Pour chaque vitesse, le levier occupe une position déterminée en face d'un secteur, et un doigt d'arrêt, poussé par un ressort, tombe dans une encoche du secteur. On le dégage, pour changer de vitesse, au moyen d'une poignée fixée au levier.

Si la boîte comporte plusieurs baladeurs, trois par exemple, les trois coulisseaux sont parallèles et côte à côte (fig.158). Ils se terminent par une tête cubique entaillée par une mortaise.

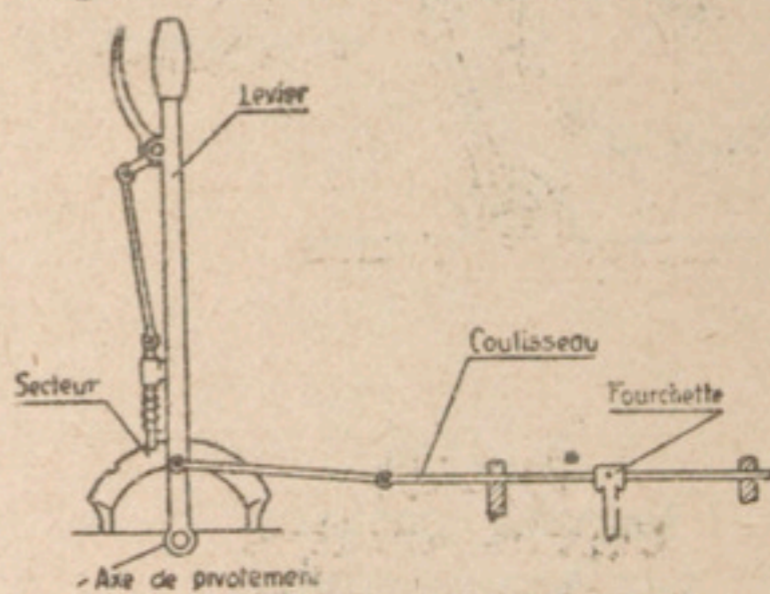


Fig.157 - Commande de boîte à baladeur unique.

Au point mort, le levier est vertical, les trois mortaises sont alignées et les trois coulisseaux au repos. Le conducteur déplace son levier latéralement pour mettre le doigt en face du coulisseau voulu (celui du milieu par exemple), puis le pousse en avant ou en arrière pour mettre en prise l'une des deux vitesses de ce coulisseau.

Une grille, encadrant le levier, empêche celui-ci de prendre une position intermédiaire (doigt à cheval sur deux mortaises) et l'arrête à fond de course.

La vitesse doit rester en prise: à cet effet, le coulisseau porte des encoches correspondant aux positions de travail et de repos du baladeur, et un doigt à ressort vient tomber dans ces encoches (fig.159).

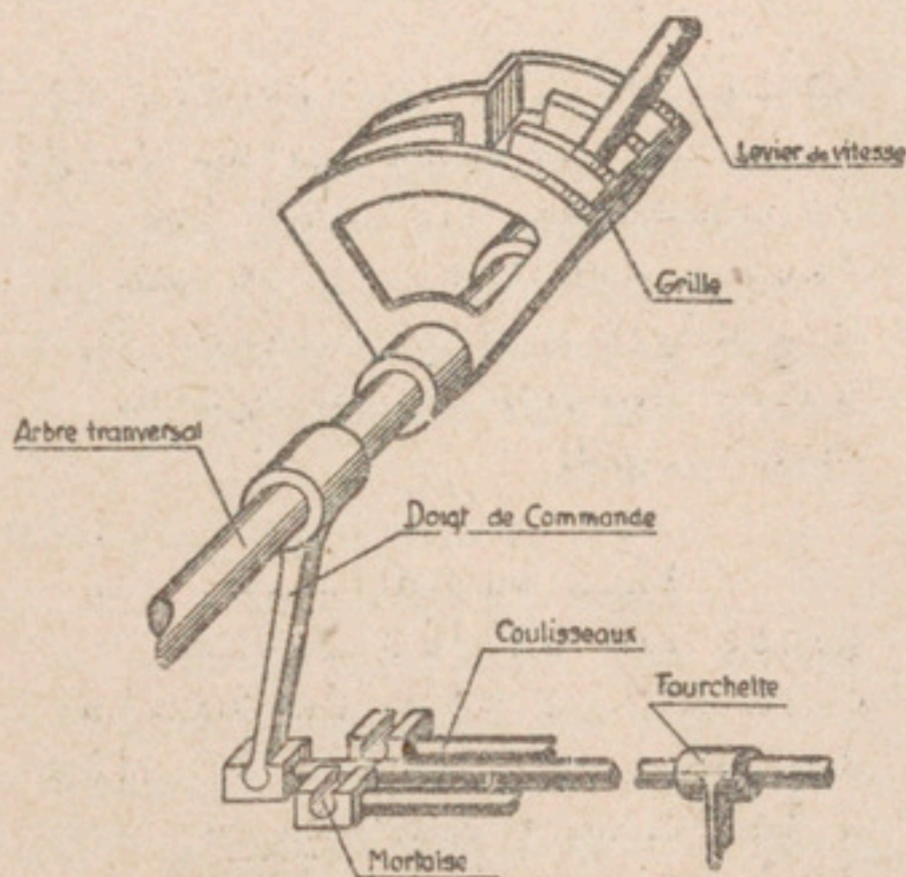


Fig.158 - Commande d'une boîte à baladeurs multiples.

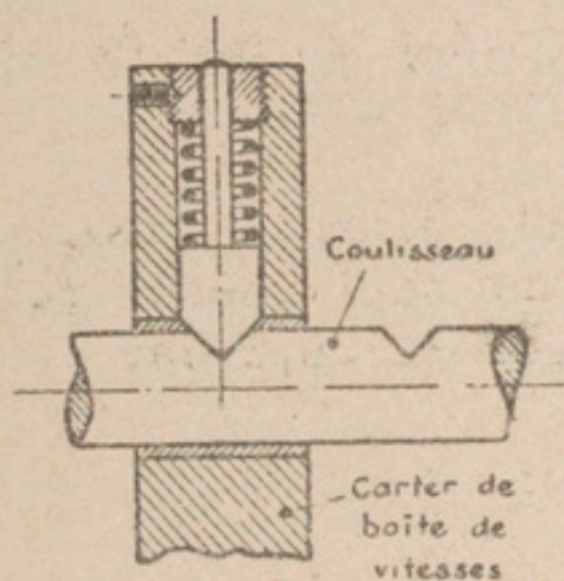


Fig.159
Verrouillage automatique
par bonhomme d'arrêt

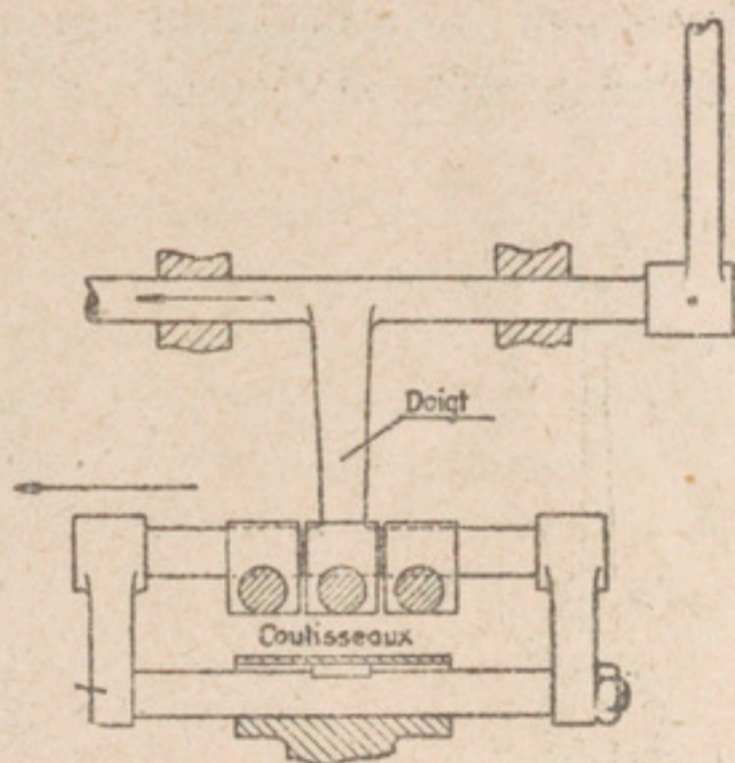


Fig.160
Verrouillage positif à cadre.

VERROUILLAGE.

Le dispositif ci-dessus peut suffire à la rigueur pour maintenir au point mort les coulisseaux qui ne travaillent pas. Mais, en raison des accidents graves pouvant résulter de leur déplacement on préfère souvent les verrouiller.

Une pièce en forme de C couché, le cadre (fig.160), coulisse horizontalement, sans tourner, dans un coussinet, dont la section est carrée par exemple. Les deux extrémités des branches du C s'engagent dans les mortaises des coulisseaux au repos, qu'elles verrouillent, et laissent

entre elles l'intervalle nécessaire au passage du doigt de commande. Ce sont les flancs arrondis de ce doigt qui déplacent eux-mêmes le cadre lorsqu'on change de coulisseau.

Plus fréquemment, la pièce est mobile autour d'un axe au lieu de coulisser dans un coussinet; elle a la forme d'une ancre, d'où le nom du système : verrouillage à ancre.

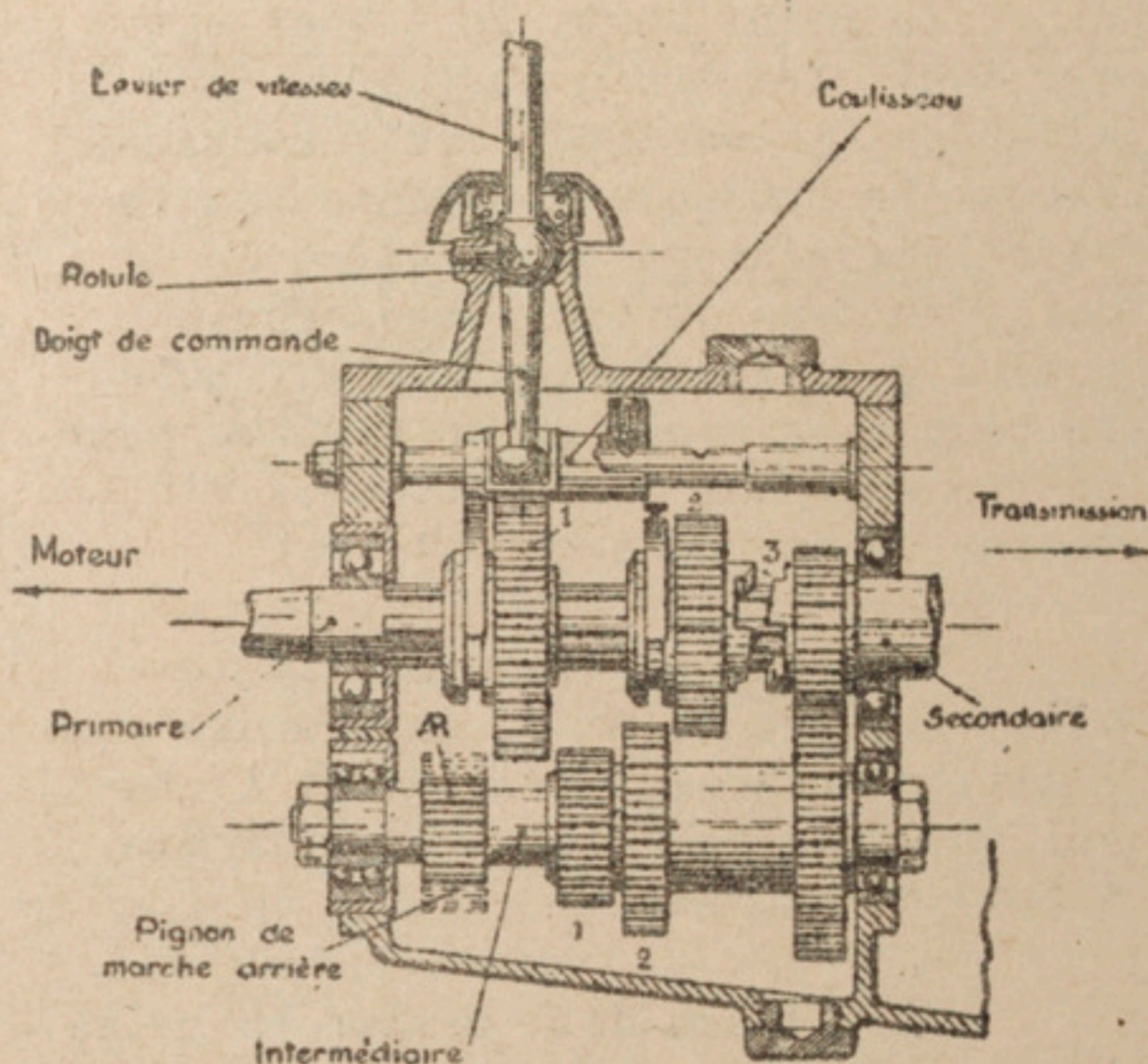


Fig. 161

LEVIER A ROTULE.

La plupart des boîtes de vitesses modernes portent leur levier de commande au centre (fig.161); ce levier est terminé par une rotule que prolonge le doigt de commande, et les mortaises des coulisseaux sont disposées en arc de cercle centré sur la rotule (fig.162).

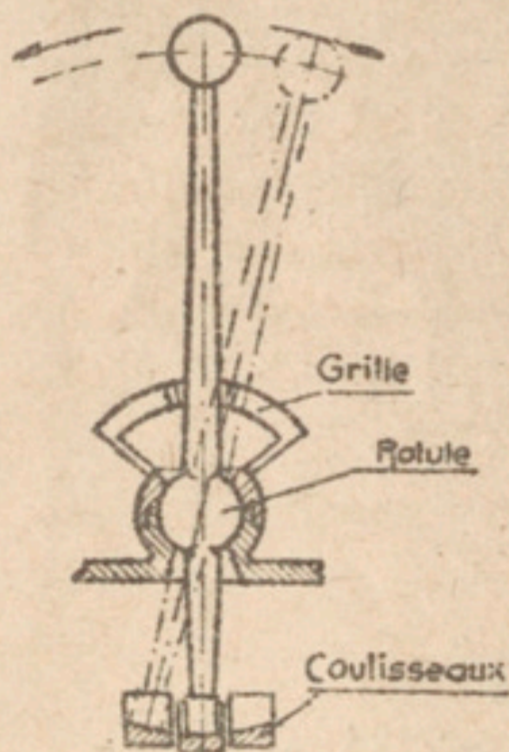


Fig.162 - Commande de levier à rotule vue de l'avant de la voiture.

Le levier oscille alors de droite à gauche pour choisir son coulisseau, puis d'avant en arrière pour le déplacer.

CONSTRUCTION DES BOITES DE VITESSES.

Les arbres travaillent à la torsion et à la flexion; ils sont faits en acier au nickel. Les pignons sont clavetés sur les arbres, ceux des baladeurs parfois taillés dans la masse, les bords des dents sont arrondis pour faciliter leur mise en prise. La denture est cémentée. Tous les arbres sont montés sur roulements à billes, et logés dans un carter étanche en alliage d'aluminium ou en fonte, à demi-rempli d'huile épaisse.

Dans la construction moderne, la boîte est accolée au moteur, les deux carters sont boulonnés ensemble à hauteur du volant; cette combinaison est dite "bloc-moteur".

MANOEUVRE DU CHANGEMENT DE VITESSE;

Pour mettre en prise deux pignons sans à-coup, il faut que leurs vitesses à la périphérie soient voisines, et puissent devenir brusquement égales au moment de la prise, par accélération ou ralentissement presque instantané de l'un de ces pignons.

Or, l'arbre secondaire est relié aux roues en permanence, son inertie dépend de celle de la voiture et est toujours considérable.

L'arbre primaire aurait toute l'inertie du moteur, s'il ne lui était attelé par l'intermédiaire de l'embrayage. Au débrayé son inertie devient très faible si la partie mâle de l'embrayage est légère. Il pourra donc varier rapidement de vitesse à la demande du pignon du secondaire qu'il vient attaquer.

MONTER LES VITESSES.

Pour passer en première, il faut débrayer (le moteur tournant au ralenti); le primaire ralentit, et l'on engage les pignons de première un peu avant son arrêt complet qui pourrait amener par hasard les dents d'un pignon en face de celles de l'autre.

Quand on passe de première en seconde, la vitesse de la voiture, c'est-à-dire du secondaire, reste sensiblement constante pendant la manoeuvre; mais la démultiplication diminue entre le moteur et les roues; il faut donc que le primaire tourne moins vite, par rapport au secondaire, en deuxième qu'en première. On doit donc débrayer, passer au point mort et attendre un peu pour laisser ralentir le primaire (d'autant plus que celui-ci est plus lourd).

La manoeuvre est la même pour les autres vitesses.

DESCENDRE LES VITESSES.

Quand on passe de deuxième en première, par exemple, la démultiplication augmente, le primaire devra tourner plus vite par rapport au secondaire, donc accélérer son mouvement puisque le secondaire ne varie pas pratiquement de vitesse pendant la manoeuvre.

Il faut alors débrayé, quitter la deuxième, embrayer en accélérant pour lancer le primaire à l'allure voulue, puis débrayer à nouveau pour passer la première; c'est la méthode du "double débrayage".

Ces manoeuvres ont été simplifiées par l'adoption des boîtes de vitesses à synchronisation où les pignons sont munis d'un petit embrayage individuel qui les amène à la même vitesse avant que les dents soient mises en prise (Voir fig.151).

CHAPITRE XIX

TRANSMISSION, DIFFÉRENTIEL

La transmission est l'ensemble des organes reliant l'arbre secondaire de la boîte de vitesses aux roues motrices.

Elle doit comporter :

- des joints mécaniques déformables, puisque les ressorts de suspension permettent un déplacement des essieux par rapport au châssis;
- un renvoi de mouvement à angle droit, parce que l'axe des roues est perpendiculaire à l'arbre secondaire;
- généralement, un différentiel que l'on va étudier en premier lieu, car c'est la position de cet organe qui intervient dans la classification des systèmes de transmission.

DIFFÉRENTIEL.

Les deux roues d'un même essieu ne tournent jamais exactement à la même vitesse, en raison des inégalités du sol et des différences d'usure et de gonflement des bandages.

En ligne droite ces écarts sont négligeables; mais, dans un virage, les chemins parcourus par les deux roues sont très différents; la roue extérieure accélère son mouvement de rotation alors que la roue intérieure le ralentit.

On ne peut donc accoupler rigidement les deux roues sur un même essieu moteur entraîné par la transmission. Cet essieu subirait de violents efforts de torsion et il y aurait glissement des bandages sur le sol amenant leur usure rapide.

Clavetons ces roues sur deux demi-arbres A et B (fig. 163) portant chacun à leur

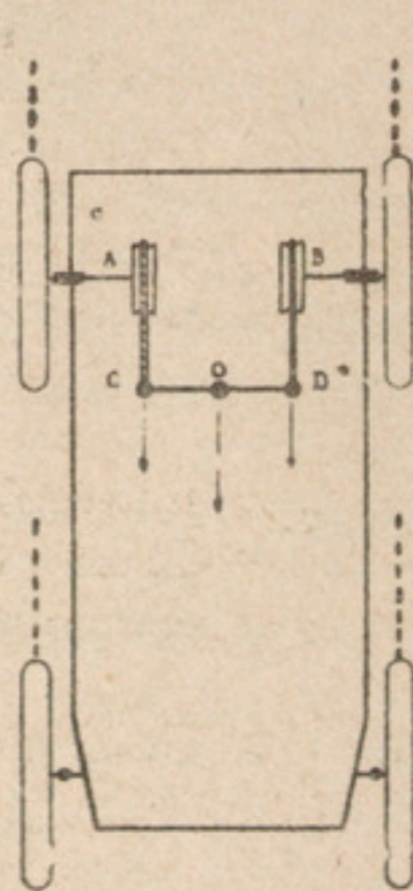


Fig. 163

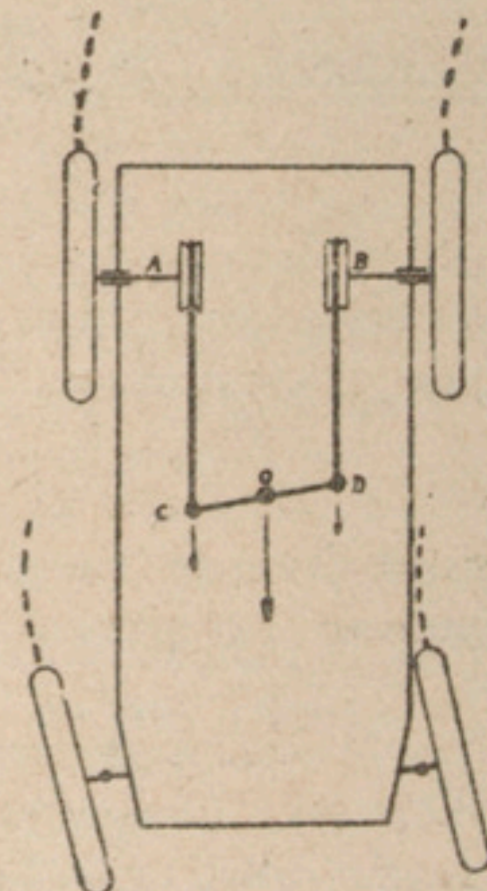


Fig. 164

autre extrémité une poulie à gorge sur laquelle est enroulée une corde.

Si l'on exerce une traction motrice sur ces cordes, la voiture avancera. Articulons un palonnier en C et D sur ces cordes, et appliquons l'effort moteur au centre O de ce palonnier.

En ligne droite, le palonnier restera parallèle aux demi-arbres.

En virage (fig.164), il s'inclinera, parce que la corde extérieure se déroule plus vite que l'autre; mais il continuera à transmettre un effort moteur égal à chaque corde, les bras de levier OC et OD étant égaux.

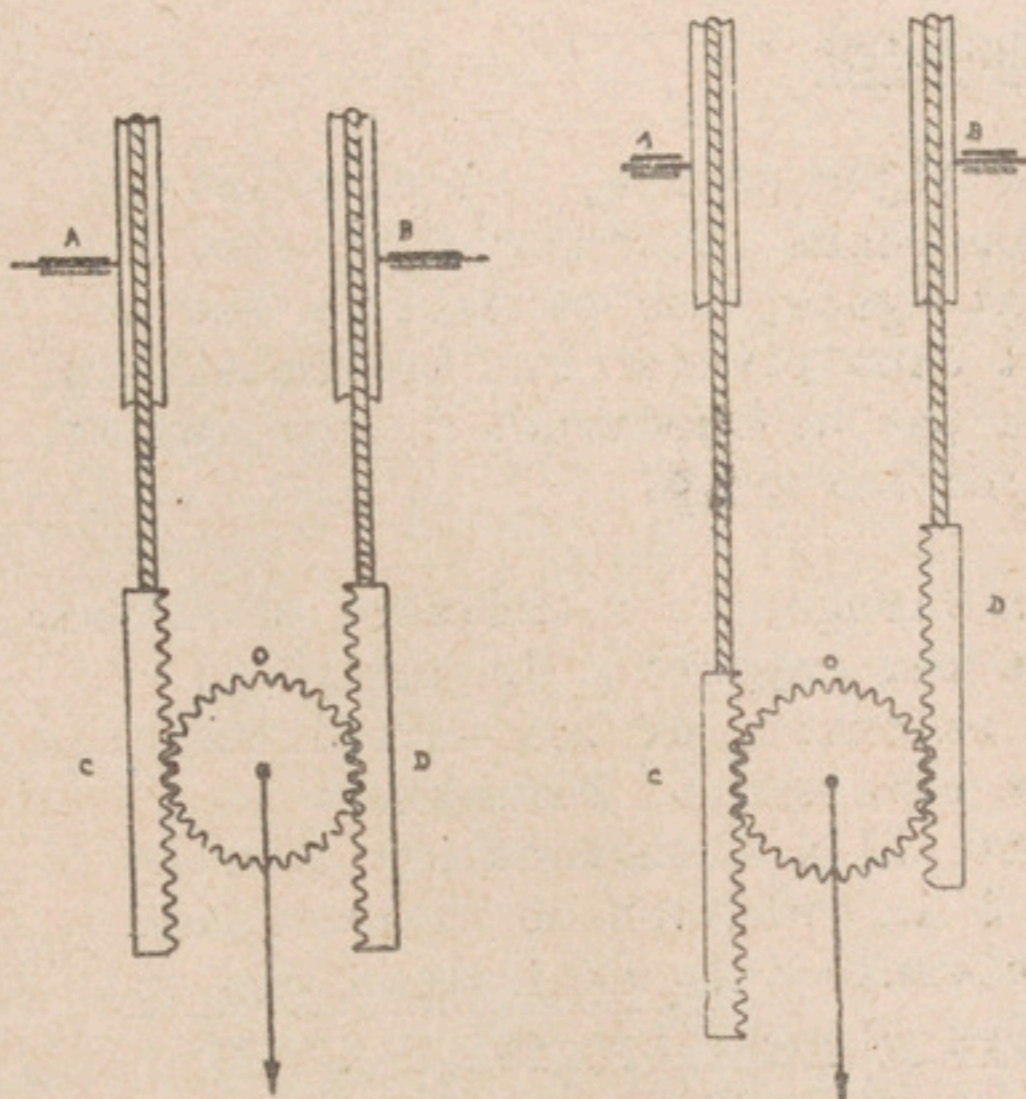


Fig.165

Fig.166

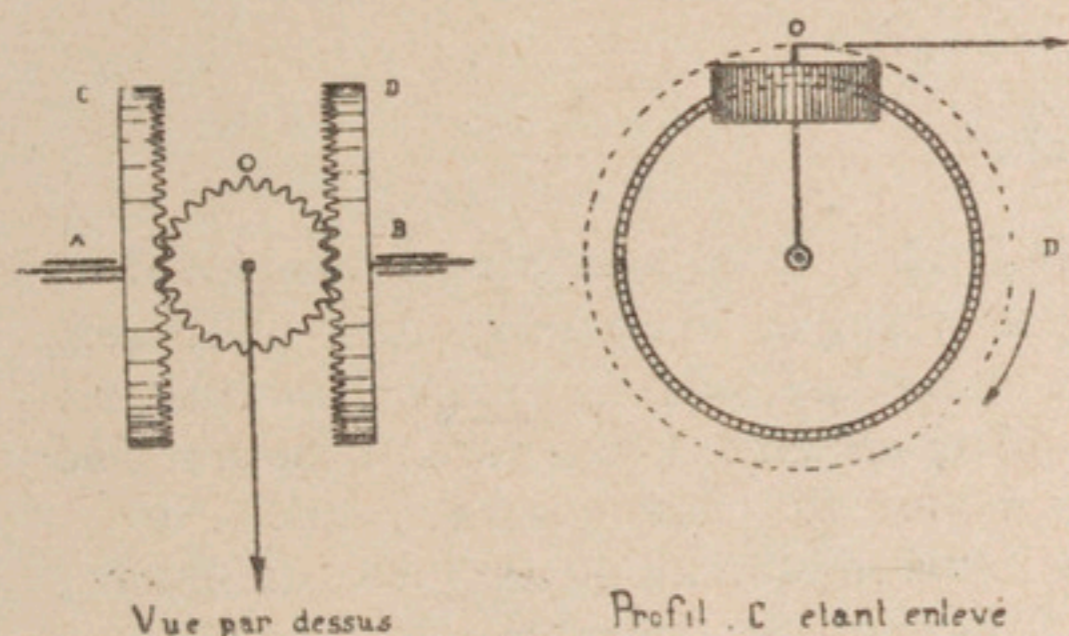


Fig.167

On peut obtenir le même résultat en remplaçant le palonnier par un pignon droit à axe vertical O engrenant avec deux crémaillères reliées aux cordons C et D (fig.164 et 165). En virage, l'une des crémaillères avancera par rapport à l'autre, en faisant tourner le pignon autour de son axe (fig.166).

Ce dispositif schématique ne permet que des mouvements limités, mais on peut le transformer en différentiel à mouvement continu en enroulant directement les crémaillères sur les poulies A et B, et en exerçant l'effort moteur sur l'axe du pignon O, axe pivotant autour du centre de la ligne des demi-arbres A B (fig.167).

En pratique, on emploie un différentiel à pignons coniques (fig. 168); les planétaires calés sur les demi-arbres engrenent avec trois ou quatre satellites, qui jouent le rôle du pignon O; les axes de pivotement de ces satellites forment un croisillon tournant autour de son centre.

Ce croisillon est fixé par ses extrémités dans une coquille en deux parties centrée sur les demi-arbres par deux portées lisses.

La coquille forme boîte de différentiel et porte extérieurement l'engrenage d'entraînement par l'arbre de transmission.

FONCTIONNEMENT.

En ligne droite, les planétaires, comme les roues, tournent à vitesse sensiblement égale; les satellites les entraînent sans pivoter sur le croisillon, il n'y a pas de mouvement d'engrènement dans le différentiel.

En virage, le planétaire extérieur accélère par rapport à la coquille, l'autre ralentit, et les satellites, par leur pivotement, permettent ce mouvement. Il y a engrènement correspondant à la relation de vitesse angulaire suivante : la demi-somme des vitesses des planétaires est toujours égale à la vitesse de la coquille.

Cette relation est facile à vérifier dans le mouvement du pignonnier de la figure 164.

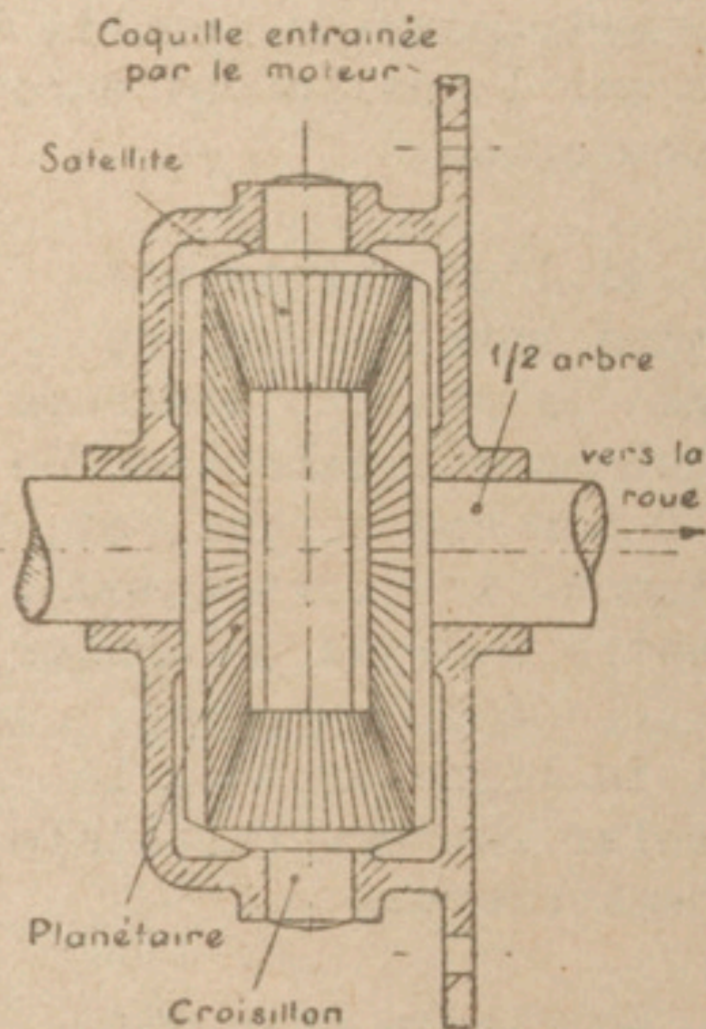


Fig.168
Différentiel à pignons coniques.

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DU DIFFÉRENTIEL.

Si l'essieu arrière est d'une pièce, il y a ripage des bandages à chaque virage; ce ripage est d'autant plus accentué que la voie du véhicule est plus grande (écartement entre les deux roues du même essieu), et l'usure correspondante marquée, ainsi que l'effort de torsion de l'essieu, si la voiture est lourde. On ne pourra donc supprimer le différentiel que sur les voitures légères à voie étroite.

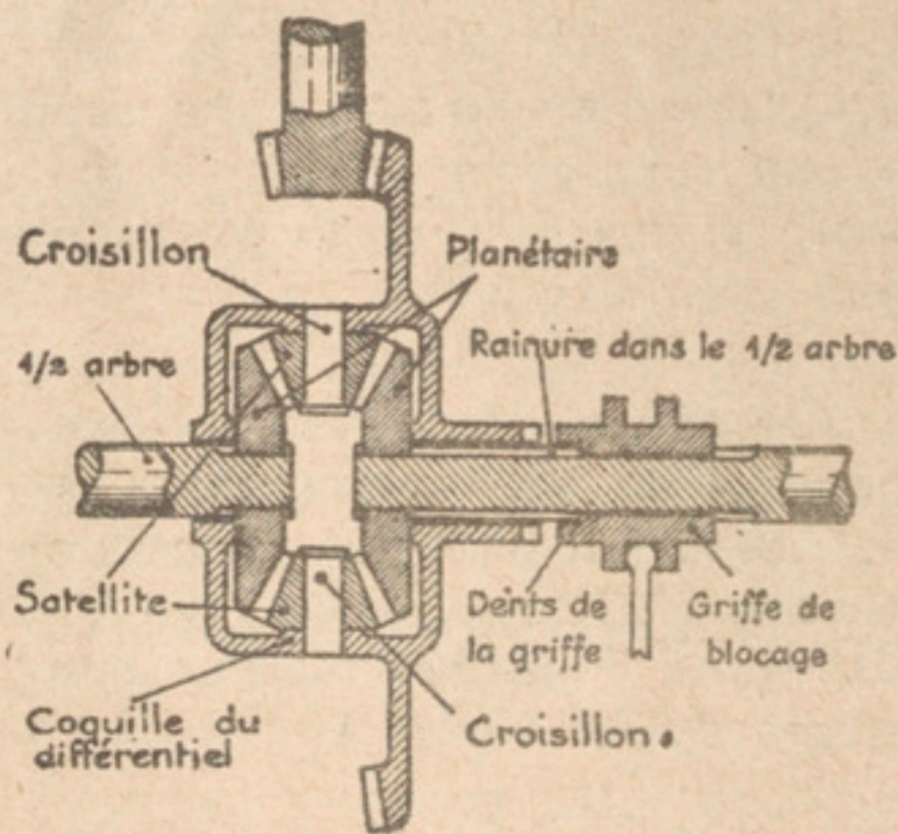


Fig.169 - Blocage du différentiel.

Par contre, lorsque le terrain est inégalement glissant, il peut arriver qu'une des roues patine et tourne à vitesse double de la transmission; l'autre roue est sur bon terrain, mais immobile, et le véhicule ne peut démarrer. Il faut alors monter un dispositif de blocage immobilisant l'un des demi-arbres par rapport à la coquille ce qui verrouille tout le système et rend les deux demi-arbres solidaires (fig.169). On doit débloquer le différentiel dès que les deux roues sont sur bon terrain, sous peine de risquer une rupture au premier virage. Le blocage du différentiel n'est employé que sur certains véhicules spéciaux (tracteurs à roues et à chenilles).

ATTAQUE DU DIFFÉRENTIEL.

La rotation de la coquille du différentiel est déterminée soit par un couple conique, soit par une vis sans fin. Le système constitue un renvoi de mouvement et réalise généralement une démultiplication variant de trois à huit.

Le couple conique en acier peut être à denture droite ou courbe (fig.170).

La vis sans fin en acier attaque une roue en bronze à denture hélicoïdale (fig.171). Cette

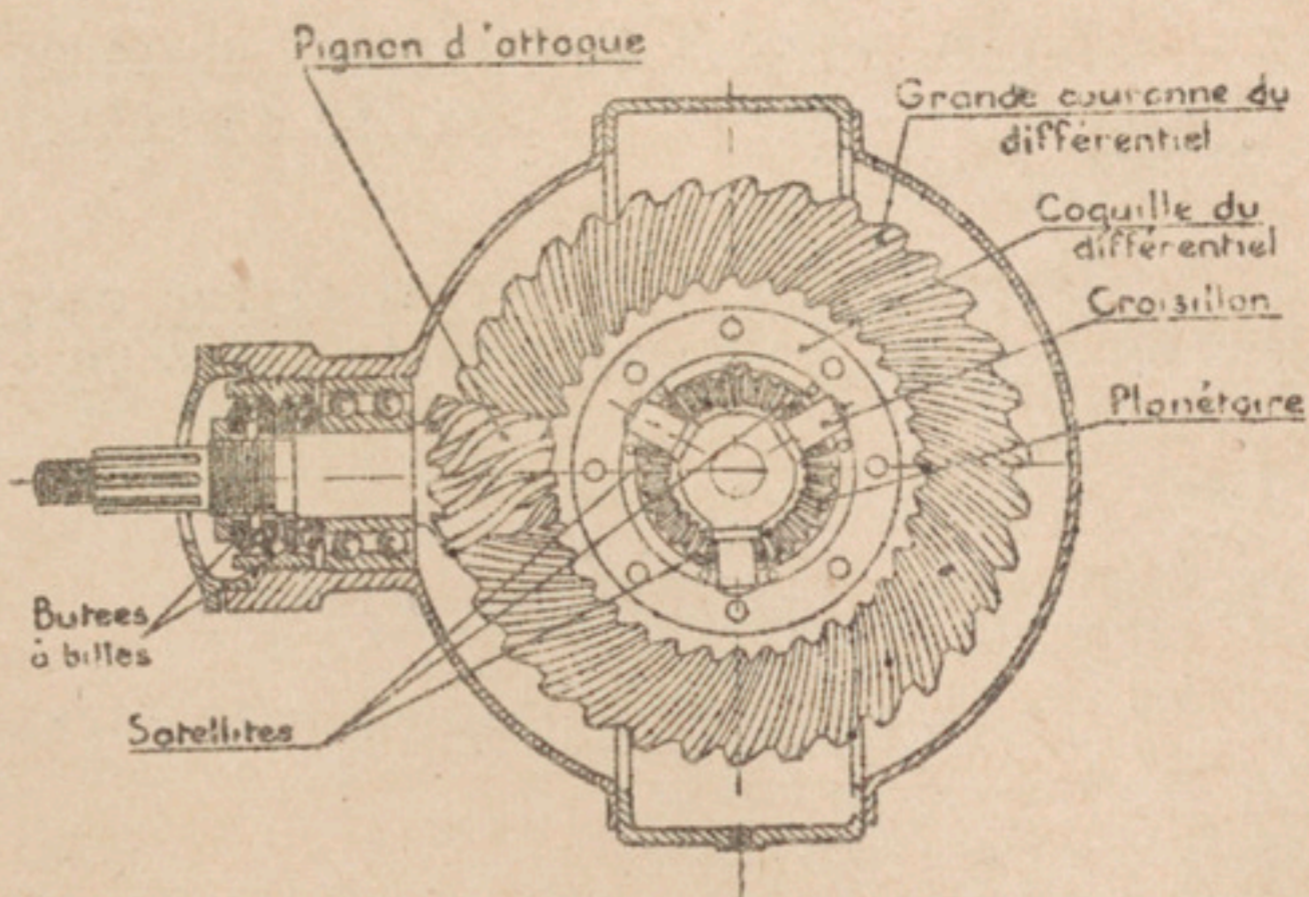


Fig.170 - Attaque du différentiel par couple conique à taille spirale "Gleason".

vis est généralement au-dessus de la roue; elle est silencieuse et permet de fortes démultiplications avec un bon rendement.

Le pignon conique à taille droite ou courbe doit avoir, en dehors de ses roulements de support, une ou plusieurs butées à billes l'empêchant de se déplacer pour quitter la couronne. Celle-ci tend, de son côté, à s'écarter du pignon et devra s'appuyer aussi sur une butée à billes.

Ces butées sont généralement réglées par des contre-butées également à billes.

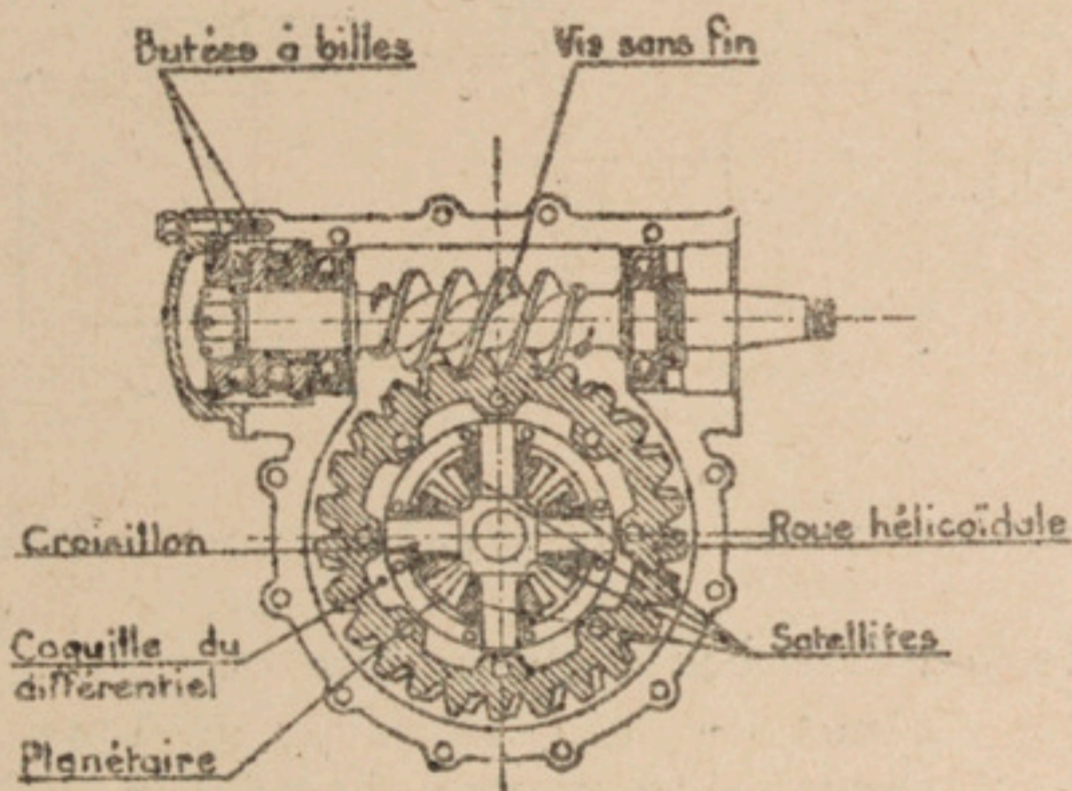


Fig.171 - Attaque du différentiel par vis sans fin.

Dans le cas de la vis, les deux parties du renvoi de mouvement ont tendance à se déplacer dans un sens ou dans l'autre, suivant que l'on est en marche avant ou arrière; il y aura donc deux butées égales pour la vis et autant pour la couronne.

Le pont arrière forme carter étanche; renvoi de mouvement et différentiel sont graissés par un bain d'huile épaisse.

TRANSMISSION

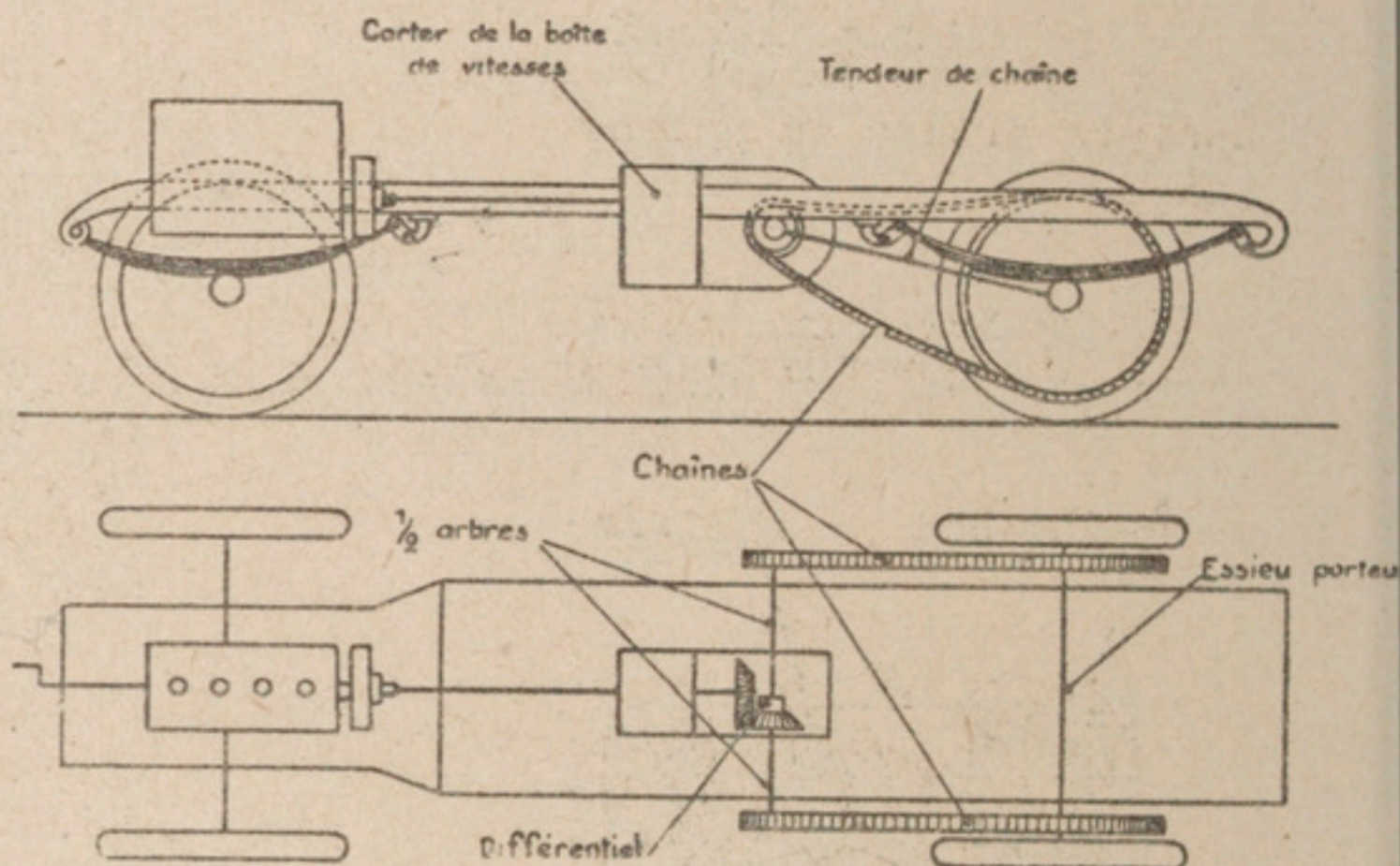
On classe généralement les transmissions suivant la position qu'occupe le différentiel :

Transmission à différentiel suspendu (c'est-à-dire suspendu à la fois par les bandages et par les ressorts); véhicule à chaînes ou à Cardans latéraux;

Transmission à différentiel non suspendu (secousses amorties seulement par les bandages); véhicules à un ou deux Cardans longitudinaux.

TRANSMISSION A DIFFÉRENTIEL SUSPENDU.

1°- Transmission par chaînes. - Le différentiel est généralement dans le carter de la boîte de vitesses. Les deux demi-arbres qui en sortent, tournent dans les paliers fixés aux longerons du châssis, et portent des pignons dentés reliés par des chaînes à des couronnes dentées fixées sur les roues arrière (fig.172).



L'essieu arrière est d'une pièce et simplement porteur.

De chaque côté, se trouve une tige de longueur réglable, le tendeur de chaîne (fig.173) articulée par des colliers autour du coussinet de demi-arbre et de l'essieu; elle permet de régler convenablement la tension de la chaîne correspondante.

Fig.172 - Schéma d'une transmission par chaînes.

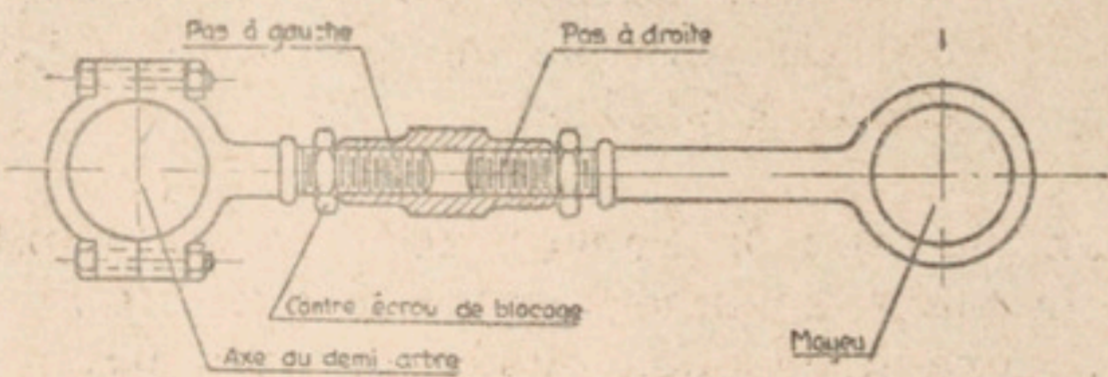


Fig.173 - Tendeur de chaîne.

Les chaînes supportent mal la vitesse en raison de leur poids, s'usent vite étant généralement à découvert, et demandent beaucoup d'entretien. Mais elles simplifient l'essieu arrière à l'extrême et permettent le changement rapide de la démultiplication par simple remplacement du pignon de demi-arbre. Elles sont employées sur certains camions. Ce type de transmission est de plus en plus remplacé par la transmission à Cardan.

2°- Joints de Cardan. - Un joint de Cardan permet de transmettre le

mouvement de rotation d'un arbre X (fig.174) à un arbre Y faisant avec X un certain angle qui peut être variable.

On démontre, en mécanique, que cette liaison est possible si l'arbre Y peut tourner autour de deux axes EF et GH perpendiculaires entre eux et respectivement perpendiculaires l'un à X, l'autre à Y.

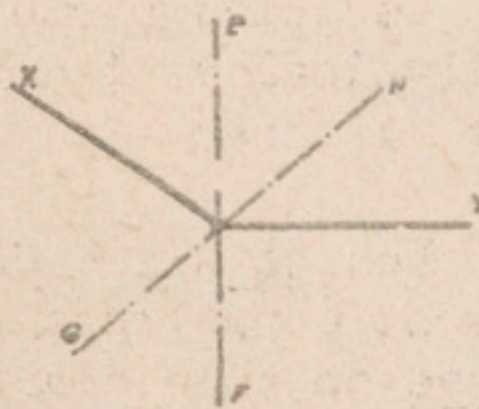


Fig.174 - Principe du joint de Cardan

La réalisation d'un tel joint peut se faire par tourillonnement mécanique ou par déformation élastique.

Les joints de Cardan mécaniques les plus employés sont :

- le joint de Cardan à croisillon dans lequel les arbres sont terminés par deux fourches tourillonnant sur les extrémités d'un croisillon en acier d'une seule pièce (fig.175);

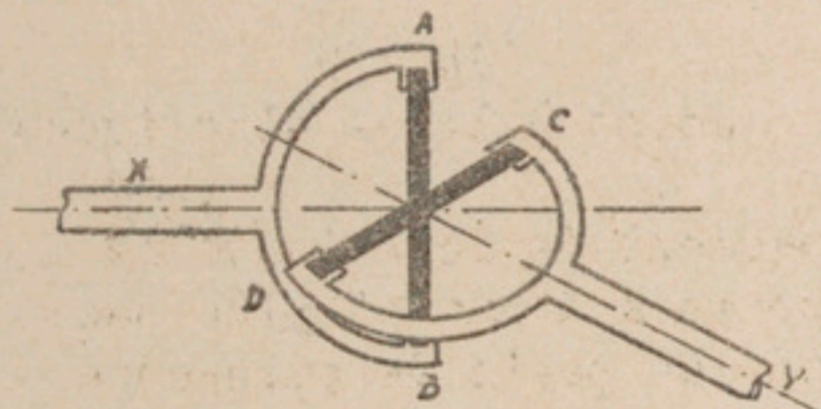


Fig.175 - Cardan à croisillon.

- le joint de Cardan à dés coulissants, qui comporte un manchon femelle creusé intérieurement de deux rainures longitudinales (fig.176), et une noix mâle portant deux demi-axes qui reçoivent des dés carrés, à face externe sphérique, s'emboîtant dans les rainures du manchon.

Les deux mouvements de rotation à angle droit l'un de l'autre, sont :

- 1°- la rotation de l'arbre II dans le plan de la figure, les dés formant corps avec la noix (fig.177);

- 2°- la rotation de cet arbre autour des demi-axes, les dés formant corps avec le manchon (fig.178).

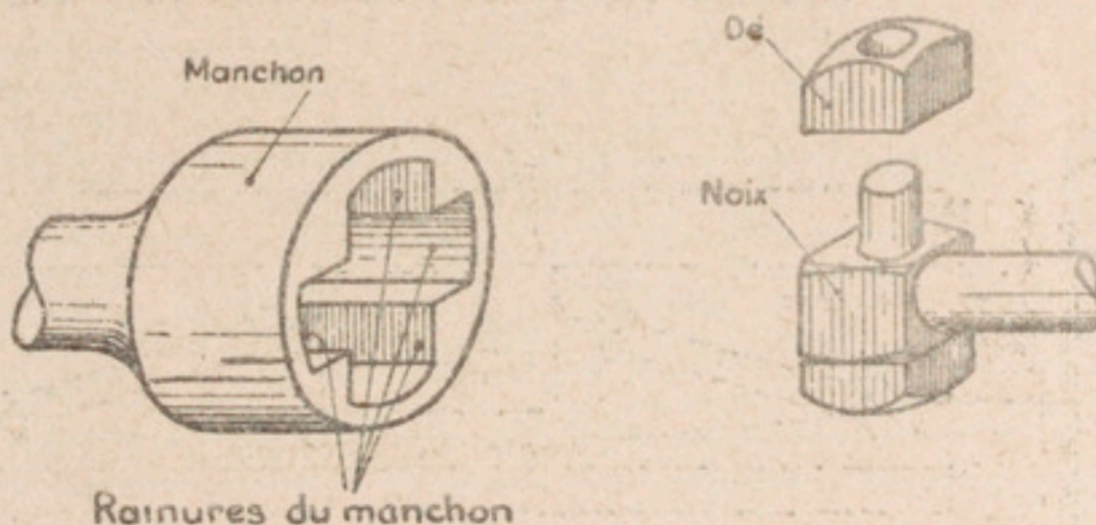


Fig.176
Joint de Cardan à dés coulissants.

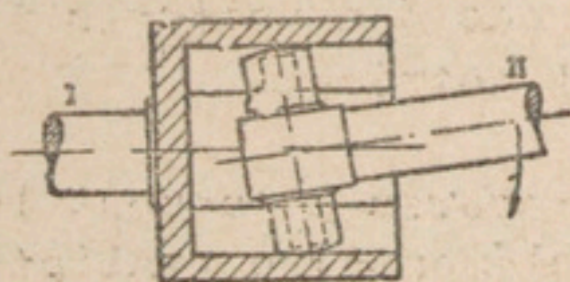


Fig.177 - Tourillonnement des dés dans le manchon.

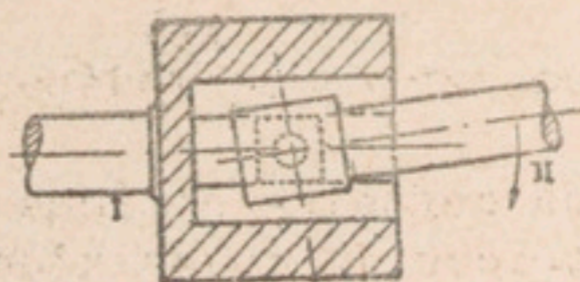


Fig.178 - Tourillonnement de la noix dans les dés.

Ce joint permet d'ailleurs un troisième mouvement de coulissement longitudinal de l'arbre II par rapport à I, les dés glissant le long de leurs rainures.

Les joints à déformation sont les flectors. Ils sont constitués par un empilement de disques en tôle d'acier mince, en toile caoutchoutée ou en cuir, sur lesquels sont boulonnées des fourches à deux ou trois branches portées par les arbres (fig.179).

Ces joints ne peuvent supporter d'aussi grands angles entre les arbres que les précédents. Ils sont particulièrement employés sur les voitures légères, et aussi sur les véhicules lourds, pour relier deux arbres ayant de très faibles différences d'alignement dues, par exemple, aux déformations élastiques du châssis (entre moteur et boîte de vitesses, etc).

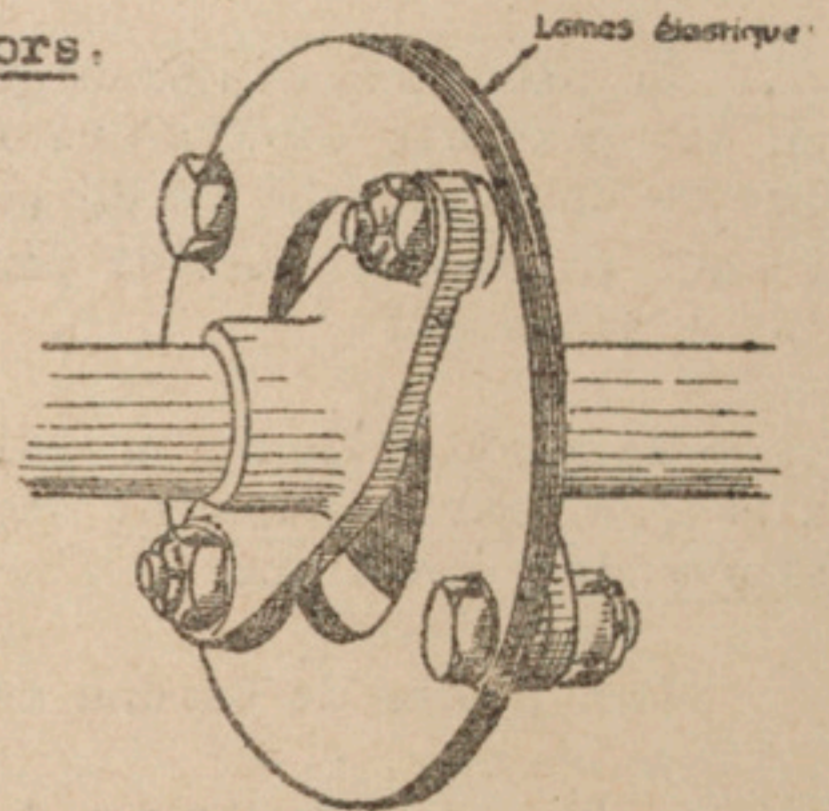


Fig.179
Joint à lames élastiques.

Il est d'ailleurs à remarquer que le mouvement de rotation à la sortie d'un joint de cardan n'est plus uniforme mais d'autant plus saccadé que l'angle des deux arbres est plus grand. La perte de puissance par frottement dans le joint augmente, elle aussi, rapidement avec cet angle; on cherchera donc toujours à en diminuer la valeur.

3°- Transmission à Cardans latéraux. - Les roues peuvent être attaquées

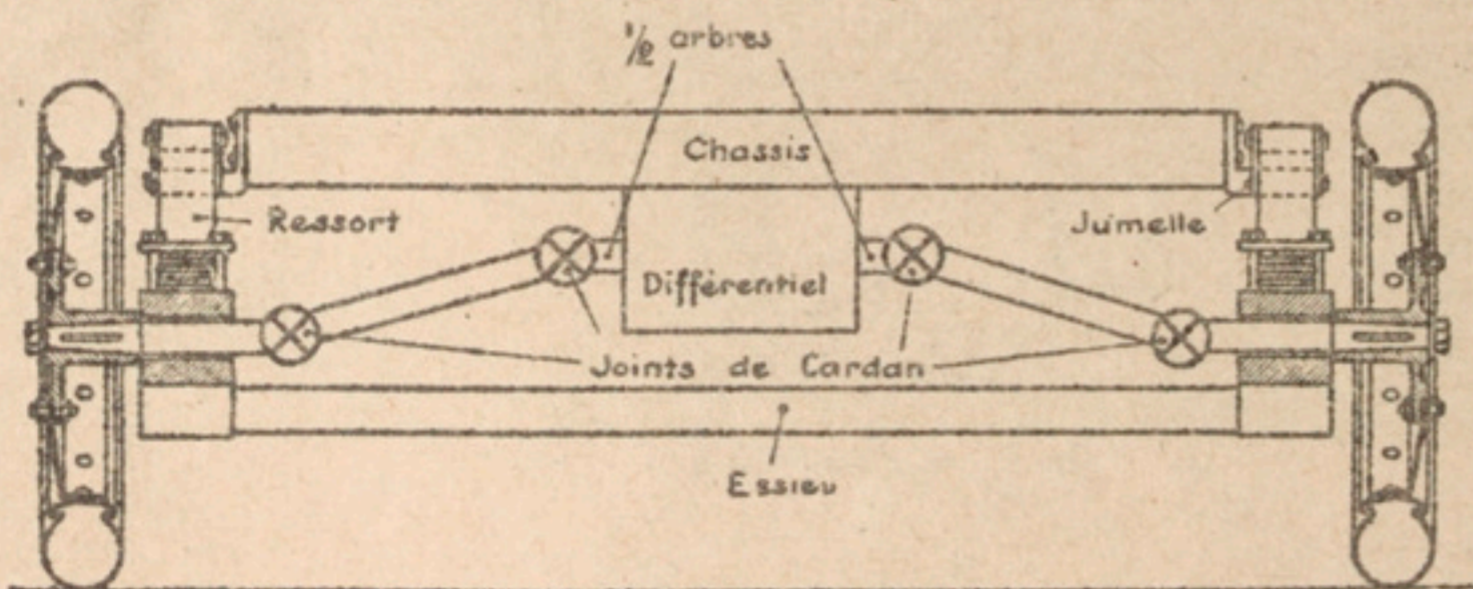


Fig.180 - Transmission à Cardans latéraux.

suspension par roues indépendantes ou à roues avant motrices.

Dans certains camions et tracteurs, les demi-arbres attaquent les roues motrices au moyen d'une démultiplication supplémentaire réalisée par un pignon qui engrène avec une couronne dentée fixée sur la roue.

Ce système a, comme la transmission à chaînes, l'avantage d'un essieu arrière léger; mais les arbres portant les joints de Cardan,

Les roues peuvent être attaquées sans démultiplication (fig.180). Le différentiel est fixé au châssis, les demi-arbres sont dans le plan vertical qui contient les fusées de roues. Ces demi-arbres sont reliés aux fusées par des arbres intermédiaires comportant deux joints de Cardan dont un est coulissant. C'est le cas des voitures à

étant très courts, prennent des positions très obliques pour peu que les ressorts soient souples; les joints ont alors un mauvais rendement et s'usent assez vite.

TRANSMISSION A DIFFÉRENTIEL NON SUSPENDU.

Le différentiel est placé au milieu de l'essieu arrière et attaque directement les roues entraînées par les demi-arbres. L'essieu porteur arrière est alors constitué par une enveloppe creuse qui comprend un carter logeant le différentiel et des trompettes renfermant les demi-arbres (fig.181).

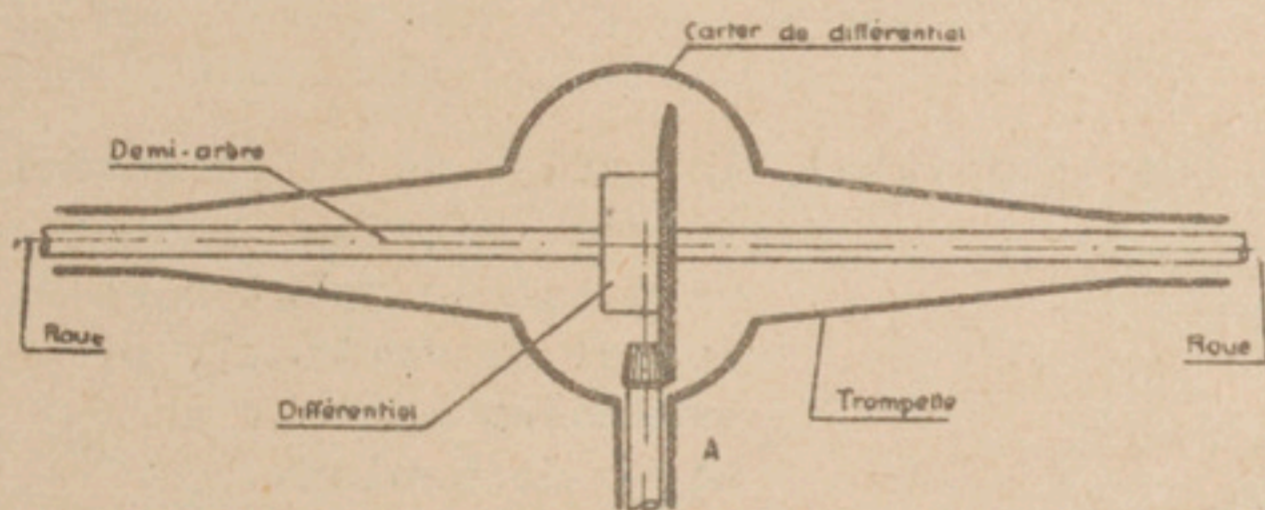


Fig. 181 - Pont arrière.

L'ensemble constitue le pont arrière qui contient aussi le renvoi de mouvement à angle

droit toujours placé sur le différentiel.

Le pont arrière est dit oscillant ou non oscillant suivant que la transmission comporte un ou deux joints de Cardan.

Pont oscillant : l'arbre A est prolongé jusqu'à la boîte de vitesses et renfermé dans un tube carter (fig.182); le joint de Cardan unique est en B, à la sortie de la boîte, et le pont tourillonne autour de B lorsque les ressorts fléchissent.

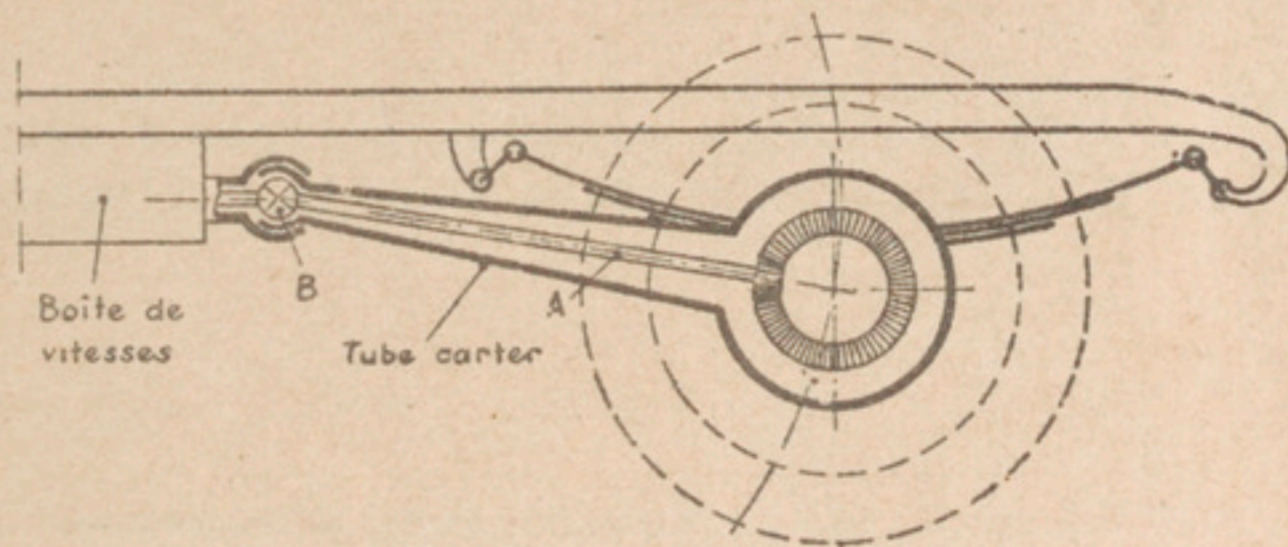


Fig.182 - Transmission à pont oscillant.

Ce système est simple et permet la protection de l'arbre de transmission par un carter.

Pont non oscillant : l'arbre de transmission est nu, articulé en B sur le secondaire et

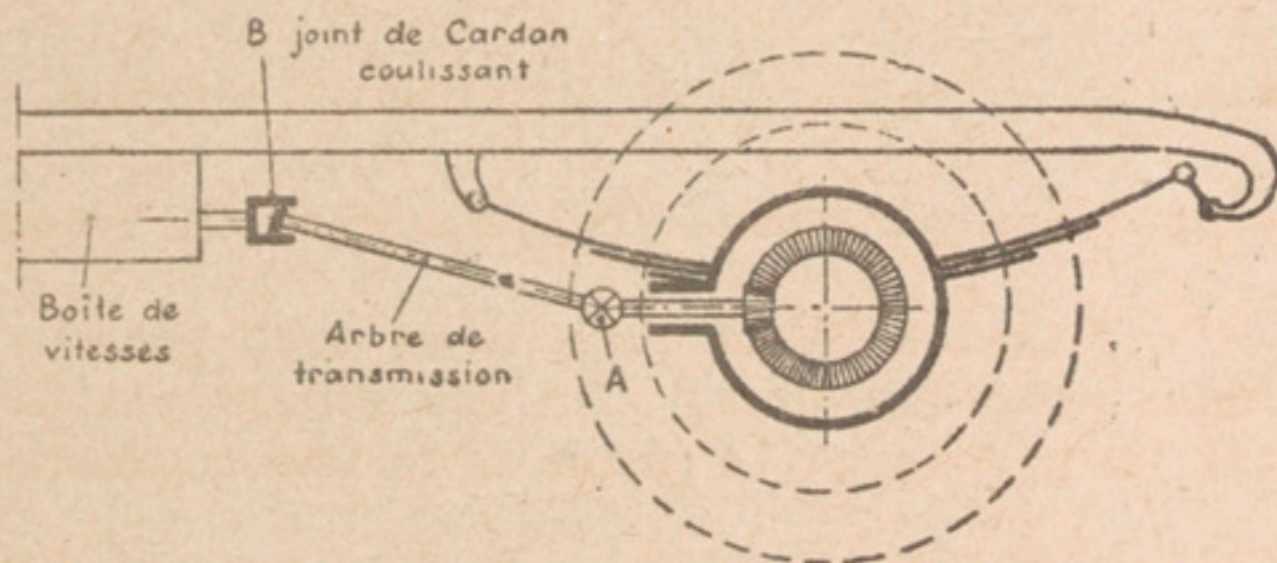


Fig.183 - Transmission à pont non oscillant.

en A sur l'arbre sortant du pont (fig.183); le pont ne tourne plus autour du joint de Cardan B quand les ressorts fléchissent; la longueur de l'arbre varie, ce qui exige que l'un des joints de Cardan soit coulissant.

La transmission à différentiel non suspendu est robuste, assez simple, et a un bon rendement l'arbre de transmission étant beaucoup plus long que dans le cas des Cardans transversaux. Elle est employée sur presque tous les véhicules.

CONSTRUCTION DU PONT ARRIERE.

On peut usiner séparément les trompettes, le carter de différentiel en deux moitiés, raccordées par un joint horizontal ou vertical, et assembler le tout au moyen de boulons.

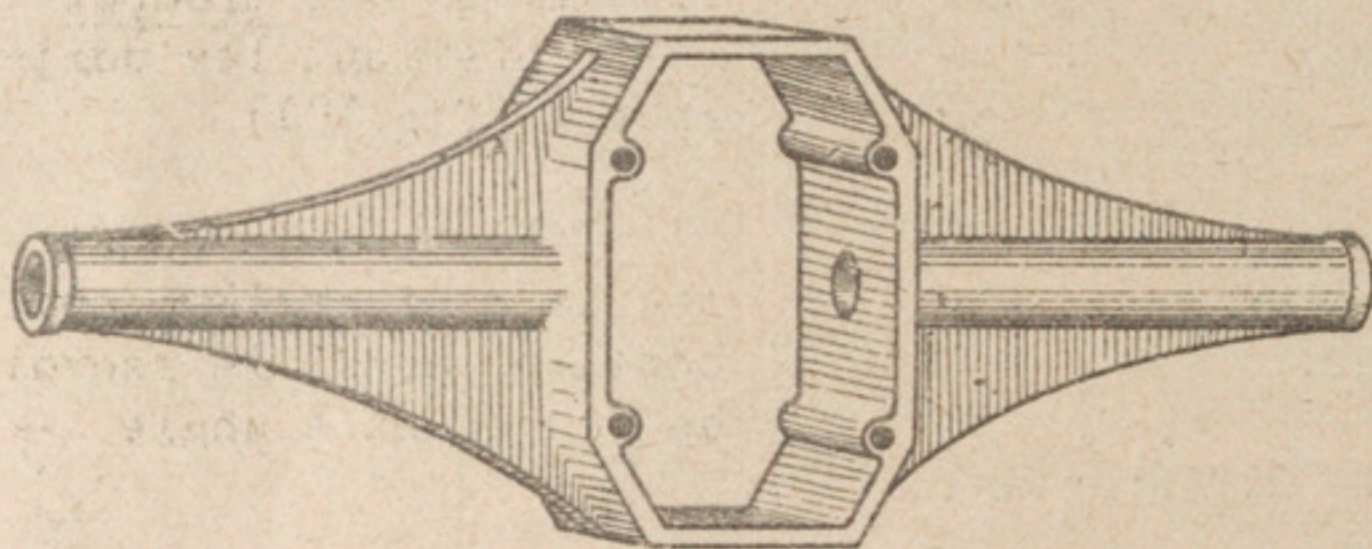


Fig.184 - Pont-poutre Renault.

Mais il est préférable de faire le pont d'une pièce avec un renflement central évidé pour loger le différentiel; c'est le pont-poutre (fig.184) qui est fait en acier coulé et résiste beaucoup mieux aux efforts de flexion.

Une solution moderne consiste à usiner le pont en deux moitiés en tôle emboutie soudées ensuite à l'autogène (pont banjo).

CHAPITRE XX

SUSPENSION, POUSSÉE, RÉACTION

Les bandages des roues n'absorbent que les petits obstacles. Il faut interposer entre les essieux et le châssis des ressorts de suspension atténuant les déplacements dus aux inégalités du sol.

Les ressorts à lames habituellement employés comprennent une série de lames d'acier; la première, ou lame maîtresse, est munie à chaque extrémité d'un oeil permettant sa fixation; les autres lames sont de plus en plus courtes et ont une courbure de plus en plus accentuée (fig.185).

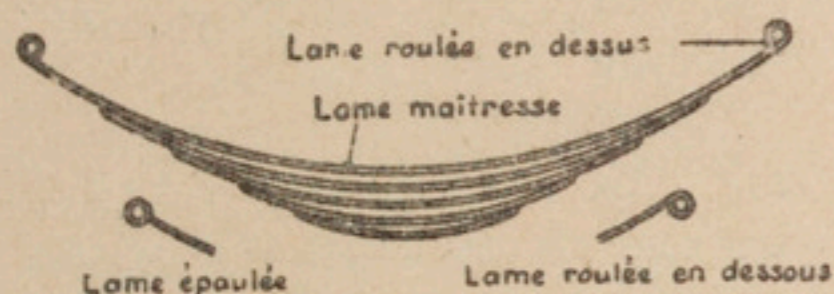


Fig.185

Constitution d'un ressort

On serre le paquet de lames, au centre, par un boulon central de ressort, et on les empêche de tourner l'une sur l'autre au moyen d'étriers.

Les ressorts travaillent à la flexion et doivent présenter une souplesse et une élasticité suffisantes sous un poids aussi réduit que possible. On les fait en acier au manganèse, ou au tungstène.

Un ressort souple est composé d'un grand nombre de lames assez minces; si la charge est plus élevée, on augmente le nombre des lames, ou leur largeur mais non leur épaisseur.

DISPOSITION ET FIXATION DES RESSORTS.

Le ressort classique est le ressort droit à concavité tournée vers le haut. Il est fixé en son milieu, sur un patin porté par l'essieu, au

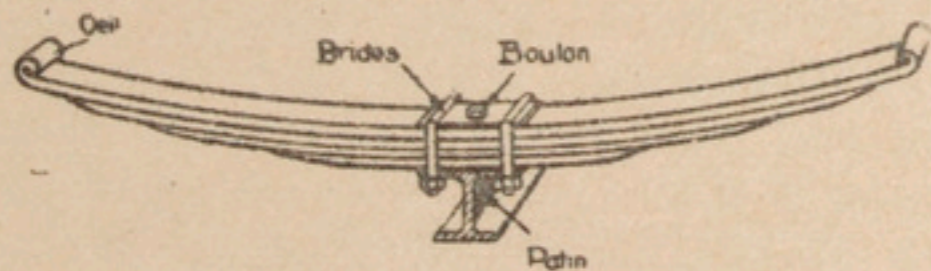


Fig.186 - Fixation sur l'essieu.

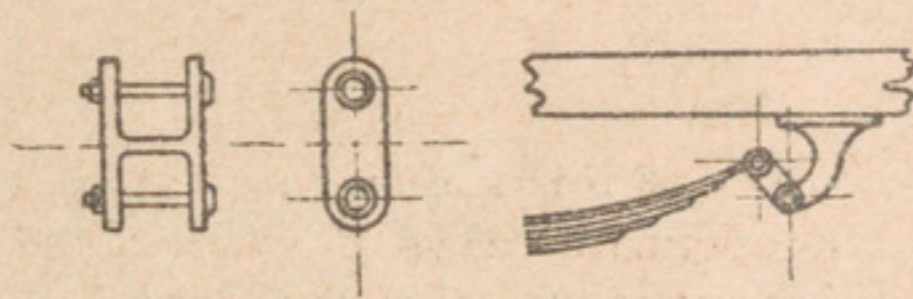


Fig.187 - Jumelles de ressort.

moyen de brides boulonnées (fig.186); dans certains cas, le patin peut osciller autour de l'essieu; la fixation aux longerons du châssis se fait par un axe de ressort tourillonnant dans l'oeil de la lame maîtresse

et fixé au châssis soit directement, soit au moins à une extrémité par l'intermédiaire d'une jumelle (fig.187) permettant la variation de longueur du ressort pendant la déformation. Le ressort avant est monté avec un point fixe soit à l'avant, soit à l'arrière, pour pouvoir entraîner l'essieu avant à partir du châssis (fig.188 figurine a et figurine b).

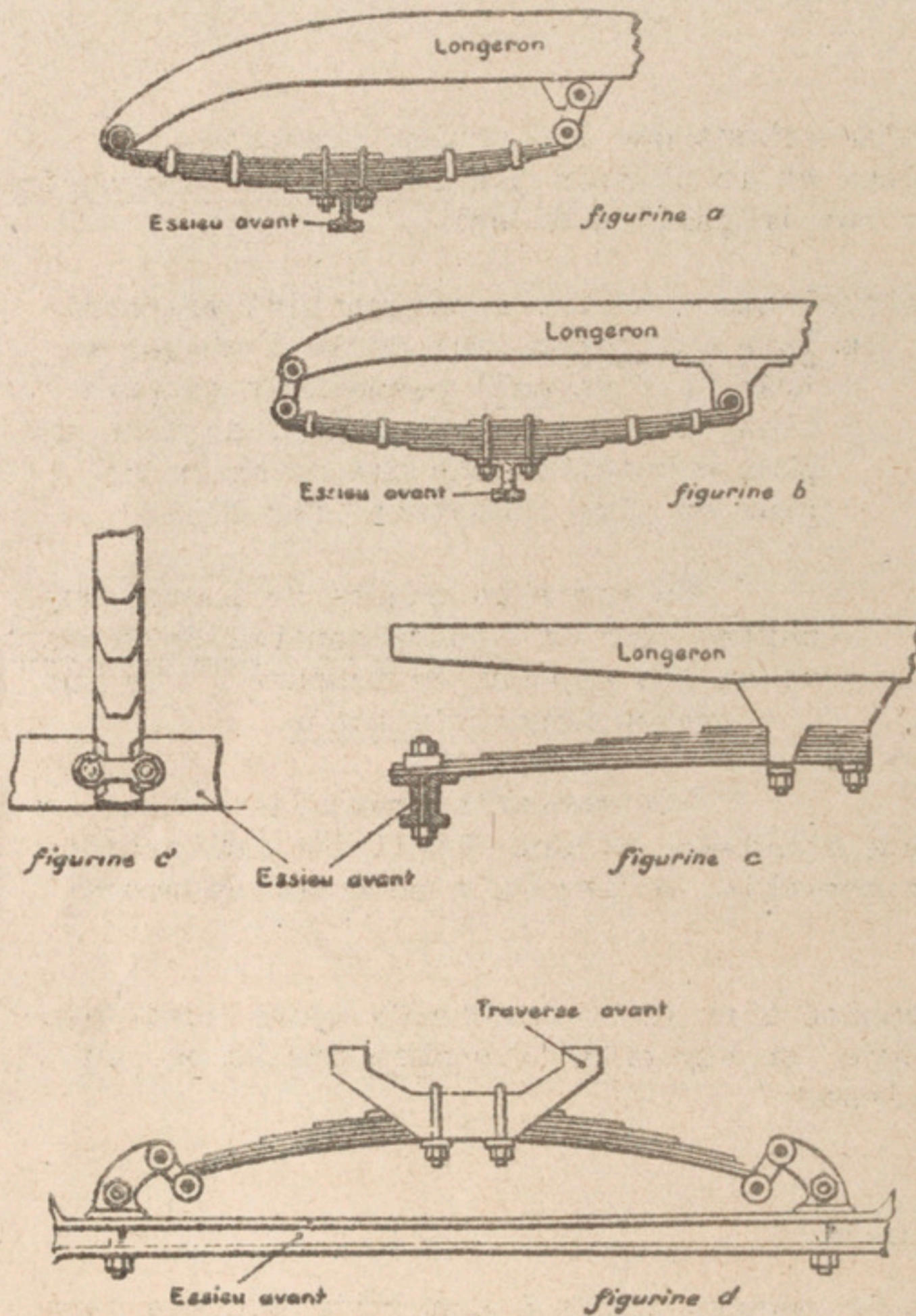


Fig.188 - Montage des ressorts avant.

Enfin, dans certains systèmes de suspension dits à roues indépendantes, les essieux rigides sont supprimés. En général, des ressorts transversaux, aux extrémités desquels sont montés les roues, leur permettent de se déplacer verticalement indépendamment les uns

Le cantilever est un ressort droit inversé, la lame maîtresse est en-dessous; le ressort est fixé en son milieu sur un patin qui tourillonne sur un axe porté par le châssis; l'extrémité avant est fixée au châssis par l'intermédiaire d'une jumelle; l'extrémité arrière est reliée à l'essieu (fig.189) le plus souvent par une jumelle.

Le cantilever a l'avantage de réduire le poids non suspendu puisque sa partie centrale, la plus lourde, est sur le châssis. Il peut être beaucoup plus long, et par suite osciller plus lentement, que le ressort droit. Mais le châssis est en porte-à-faux à partir du patin central et a tendance à chasser dans les virages.

On peut fixer le patin au châssis et supprimer l'une des deux moitiés du ressort; on a alors le demi-ressort droit inversé, employé surtout sur les voitures très légères (fig.188, figurine c et fig.190 figurine c), soit simple, soit double.

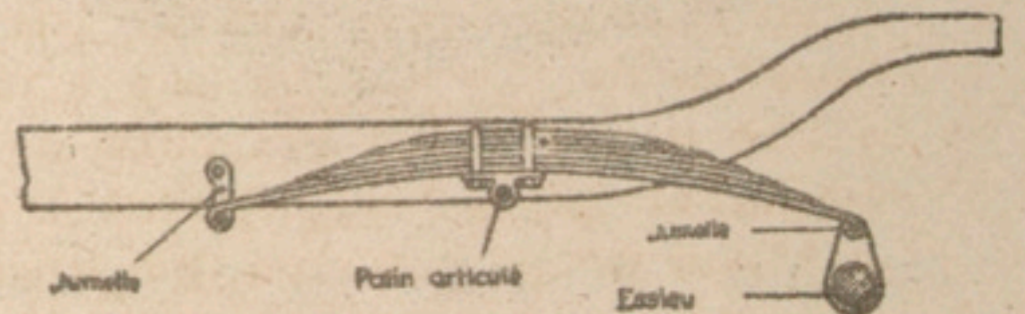
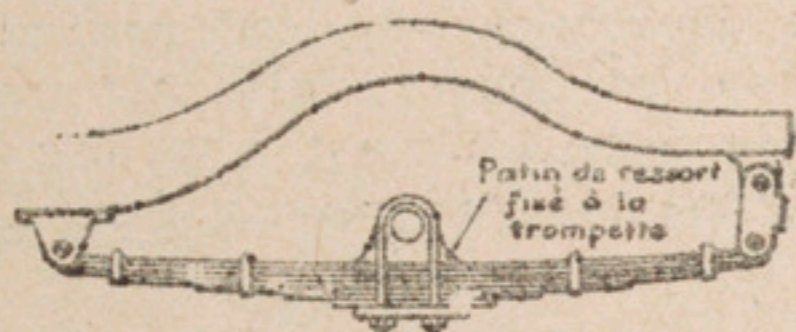
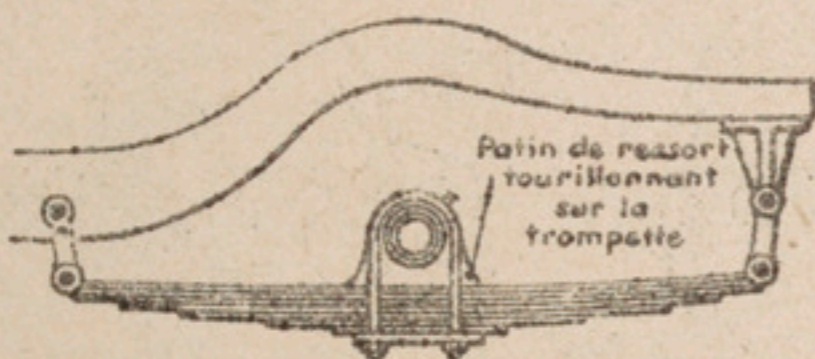


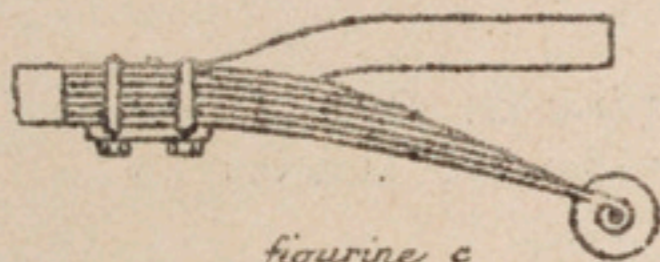
Fig.189
Ressort monté en cantilever.



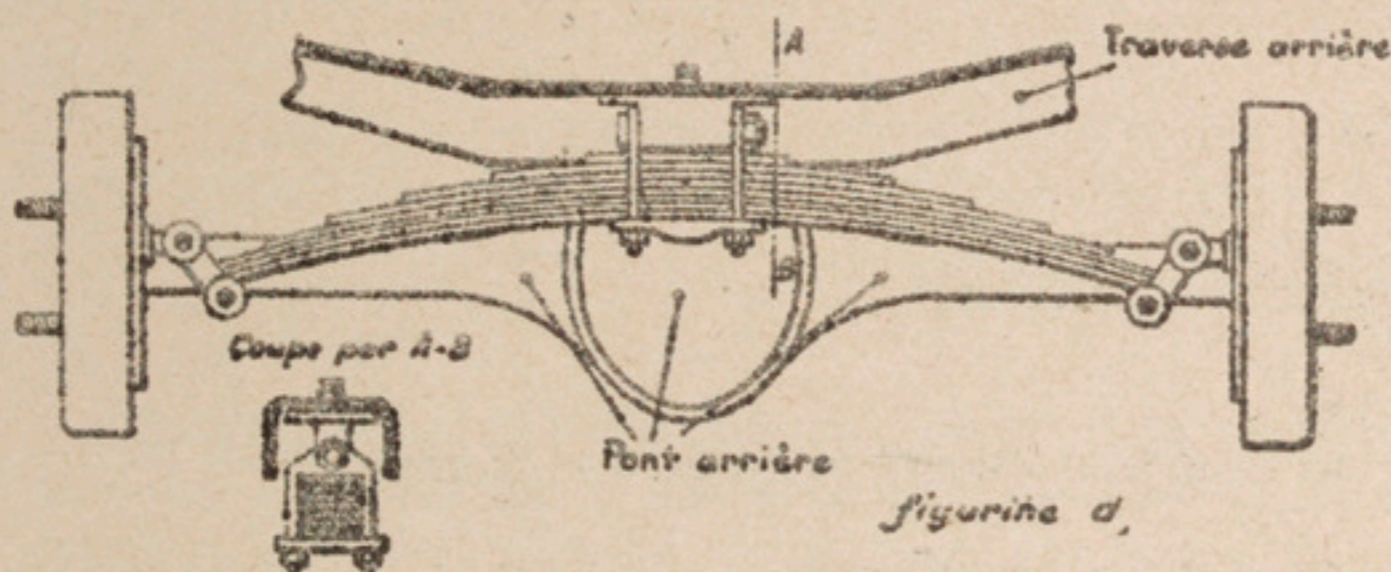
figurine a



figurine b



figurine c



figurine d,

Fig.190 - Montage des ressorts arrière.

l'allègement des essieux et des roues.

D'autre part, on cherche à amortir rapidement les oscillations d'un ressort, pour éviter les phénomènes de résonance dus à une série d'obstacles disposés de telle sorte qu'ils augmentent l'amplitude d'une manière dangereuse.

C'est là le but des amortisseurs, à friction ou à liquide, utilisés actuellement sur toutes les voitures. Un amortisseur à

des autres. Ces systèmes de suspension exigent des dispositifs spéciaux pour la direction et la transmission qui est obligatoirement à Cardans latéraux.

FONCTIONNEMENT.

Un ressort travaille par oscillations successives caractérisées par leur période (temps que dure une oscillation complète) et par leur amplitude (course maximum de déplacement de l'essieu).

Il y a intérêt à avoir une période très lente, c'est-à-dire un ressort très long. L'amplitude, elle, est d'autant plus faible que le rapport

$$\frac{\text{poids non suspendu}}{\text{poids suspendu}}$$

est plus petit. On doit donc rechercher

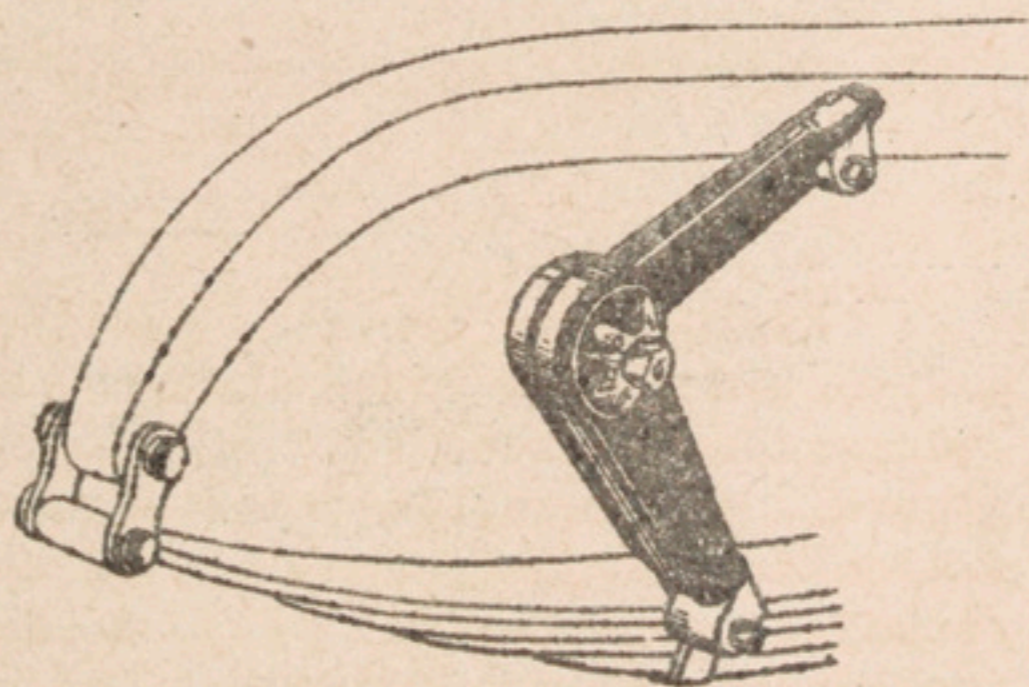


Fig.191 - Amortisseur à friction.

friction est un simple compas dont les deux branches sont articulées l'une au châssis et l'autre sur l'essieu, et dont la tête est composée de disques fixés aux branches et pressés énergiquement l'un sur l'autre par un ressort. Cet amortisseur fonctionne symétriquement dans les deux sens (fig.191).

L'amortisseur à liquide, (Houdaille par exemple)(fig.192), fonctionne en général d'une manière asymétrique : le mouvement de l'essieu entraîne, par embiellage, le déplacement de palettes dans un tambour contenant de l'huile. A la flexion du ressort,

les palettes tournent librement, l'huile passant alors par des clapets; mais la détente du ressort est freinée énergiquement parce que les clapets se referment et que l'huile ne peut plus passer que par un ou plusieurs orifices calibrés.

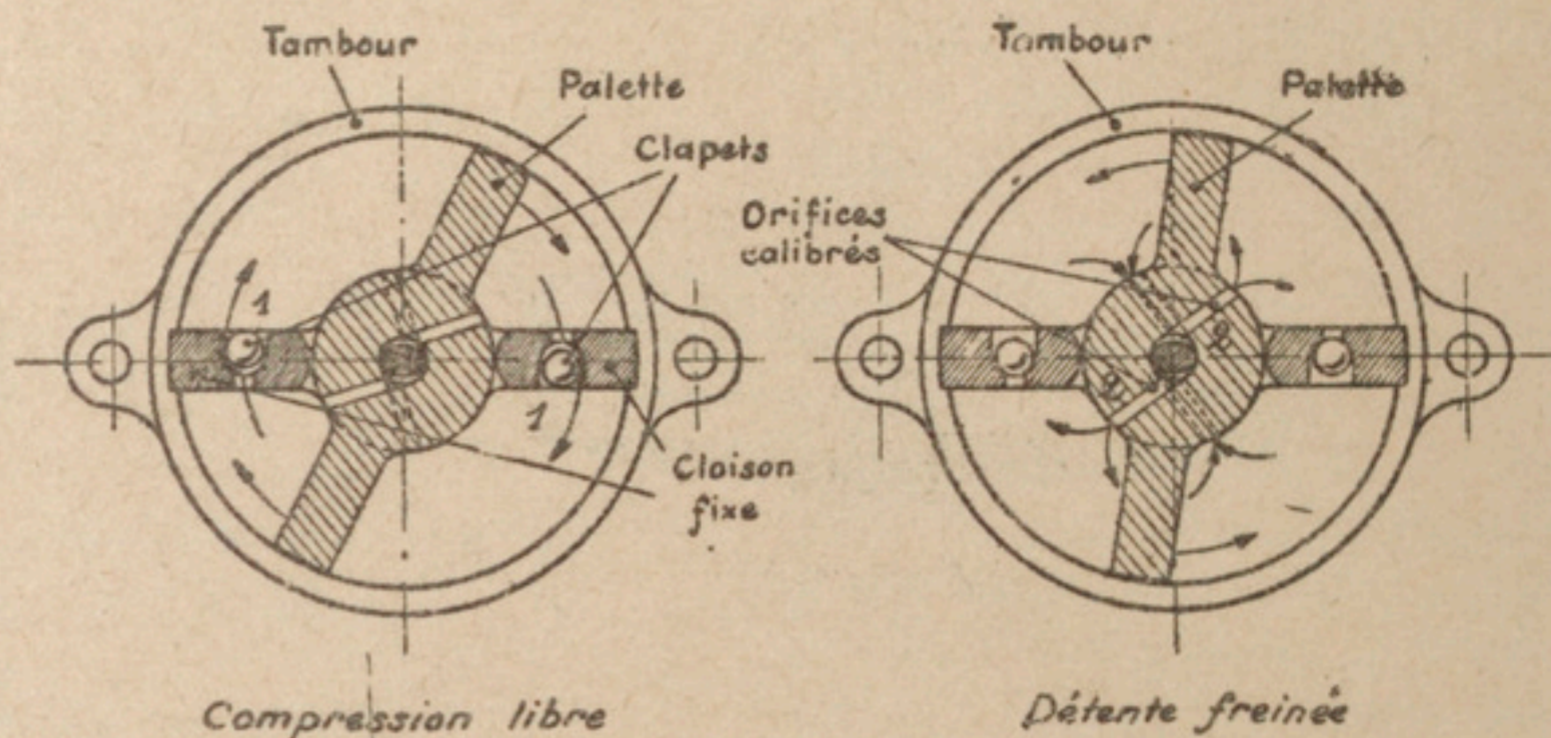


Fig.192 - Schéma de fonctionnement de l'amortisseur Houdaille.

POUSSÉE ET RÉACTION

POUSSÉE - L'essieu arrière est généralement moteur et freiné.

Lorsque la transmission fait tourner les roues, celles-ci avancent et doivent transmettre au châssis leur déplacement par rapport au sol. Cet effort de poussée s'exerce d'ailleurs en sens inverse dans le cas de la marche arrière et du freinage.

Or l'essieu arrière est déjà relié au châssis par le mécanisme de transmission et par les ressorts de suspension. La transmission à Cardans longitudinaux, qui serait seule capable de transmettre la poussée, n'est jamais utilisée dans ce but : elle est coupée par des joints de Cardan qui travaillent déjà beaucoup par torsion et peuvent difficilement supporter des efforts supplémentaires de compression.

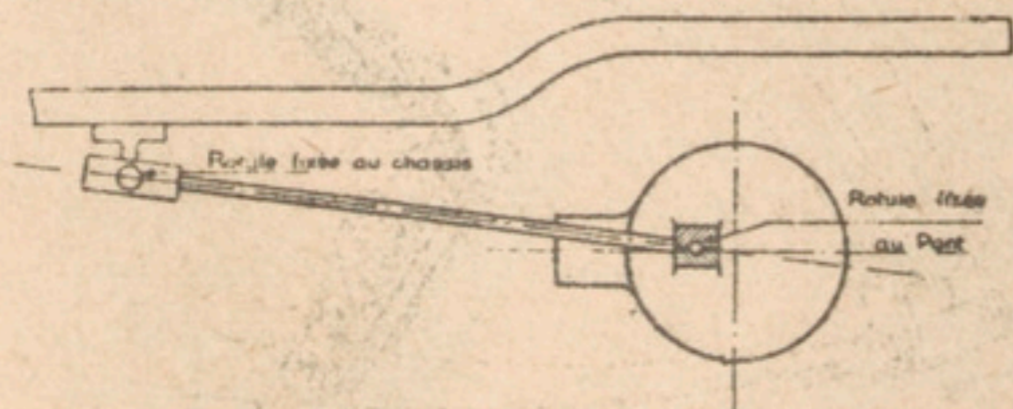


Fig.193 - Bielle de poussée.

On peut prendre comme organes de poussée :

1°- Les ressorts, qui doivent alors comporter une articulation sans jumelle, dite point fixe, généralement à l'avant.

Il faut renforcer, dans ce but, le ressort lui-même et surtout sa fixation sur l'essieu.

2°- Une ou deux bielles de poussée caractérisées par des articulations sans coulissement sur le châssis et l'essieu; le montage en est souvent fait à rotule (fig.193). L'axe de cette bielle doit rencontrer l'axe de l'essieu arrière pour éviter que la poussée ne produise un basculement du pont.

Dans le véhicule à chaînes, les tendeurs de chaînes jouent en même temps le rôle de bielles de poussée. La transmission à pont oscillant utilise pour la poussée le tube-carter entourant l'arbre, tube terminé par une rotule articulée sur le châssis et contenant le joint de Cardan (fig.194).

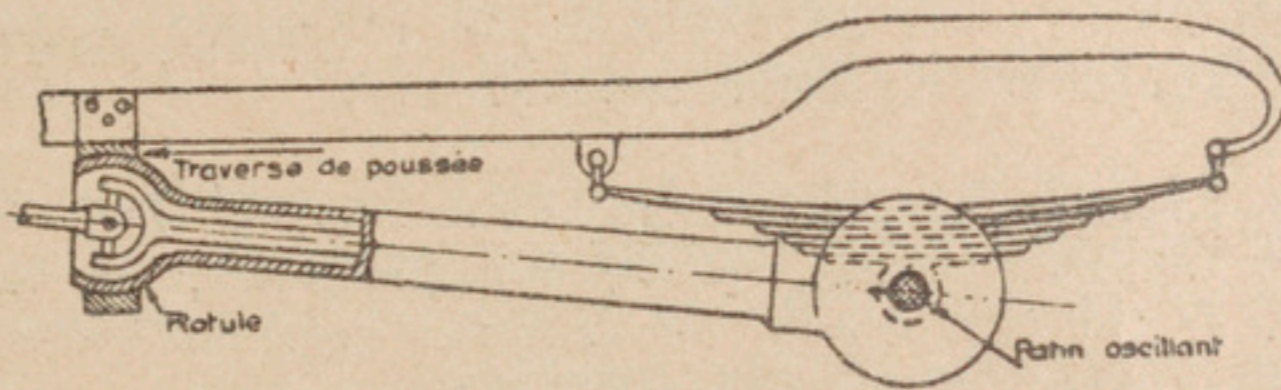


Fig.194 - Poussée par tube central.

Dans la transmission à pont non oscillant, ce sont souvent les ressorts qui jouent le rôle d'organes de poussée. Il y a rarement deux bielles de poussée.

RÉACTION. - Au démarrage, le pignon du couple conique entraîné par le moteur a tendance à grimper sur la grande couronne qui ne tourne pas instantanément en raison de l'inertie de la voiture. Ce mouvement tend à amorcer un basculement du carter supportant les roulements de l'arbre de transmission. Il n'est pas possible, si le couple conique est placé sur le châssis (transmission à différentiel suspendu); mais dans les voitures dont la transmission est à différentiel non suspendu, ce phénomène de réaction peut amener un mouvement de rotation du pont autour de l'essieu, dans un sens ou dans l'autre, selon qu'il s'agit d'un démarrage ou d'un freinage.

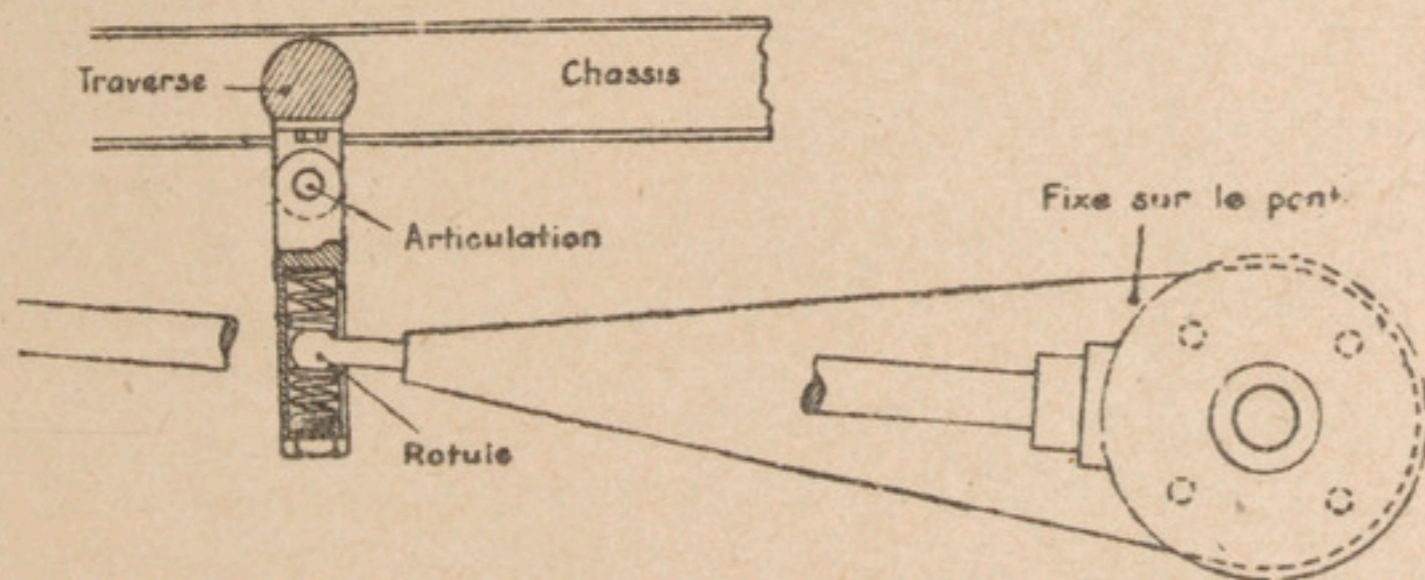


Fig.195 - Bielle de réaction.

On peut utiliser, pour empêcher ce basculement :

1°- Le tube-carter de l'arbre de transmission, dans la transmission à pont oscillant; les ressorts sont alors montés sur patins oscillants;

2°- Les ressorts, à condition que les patins de ressorts soient fixés rigidelement sur le pont; ceci impose un renforcement des ressorts :

3°- Une bielle de réaction spéciale, reliée d'un côté au châssis et de l'autre à la périphérie du pont, de manière à s'opposer au basculement avec un bras de levier suffisant (fig.195).

COMPATIBILITÉ ENTRE LES LIAISONS DU PONT AU CHÂSSIS.

La position du pont par rapport au châssis, pour chaque flexion des ressorts, est déterminée par l'organe de poussée, dont la longueur est invariable : ressorts ou bielle.

Toutes les autres liaisons devront permettre au pont les déplacements longitudinaux imposés par celle-là; il suffira d'employer à l'endroit voulu des joints de transmission coulissants, des patins de ressorts oscillants ou des jumelles.

Prenons par exemple les deux solutions les plus employées :

1°- La poussée et la réaction se font par le tube-carter (voir fig. 194); le joint de Cardan sera centré sur la rotule du tube, les ressorts munis de jumelles aux deux extrémités et montés sur patins oscillants;

2°- Poussée et réaction par les ressorts (fig.192):

Le pont sera fixe avec patins non oscillants, les ressorts auront un point fixe : l'un des joints de Cardan doit être coulissant.

CHAPITRE XXI

ROUES ET BANDAGES

Les roues du véhicule automobile supportent des efforts considérables; elles travaillent :

- à l'écrasement dans leur plan; puisqu'elles portent le véhicule;
- latéralement, surtout dans les virages, où la force centrifuge tend à les coucher;
- à la torsion dans leur plan, lorsqu'elles sont motrices ou freinées.

Les roues avant d'un véhicule automobile ordinaire sont porteuses (environ $\frac{2}{5}$ du poids total), directrices et freinées; les roues arrière sont porteuses ($\frac{3}{5}$ du poids), motrices et freinées.

ORGANISATION D'UNE ROUE.

La roue comporte un moyeu et une jante, tous deux en acier; la jante est reliée au moyeu par des rayons en métal ou en bois, ou par une toile en tôle.

La roue en bois (fig.196) comprend une série de rayons de bois dur (acacia), emboîtés à leur base entre les deux flasques du moyeu, et assemblés par tenons à leur extrémité dans une jante en bois cintré, faite en deux ou trois parties, et frettée extérieurement par une jante métallique.

Cette dernière est posée à chaud ou serrée à la presse; son profil dépend du mode de fixation du bandage, plein ou pneumatique, que porte toute roue d'automobile.

Cette roue est coûteuse, prend du jeu à la longue, et ne résiste pas très bien aux efforts latéraux.

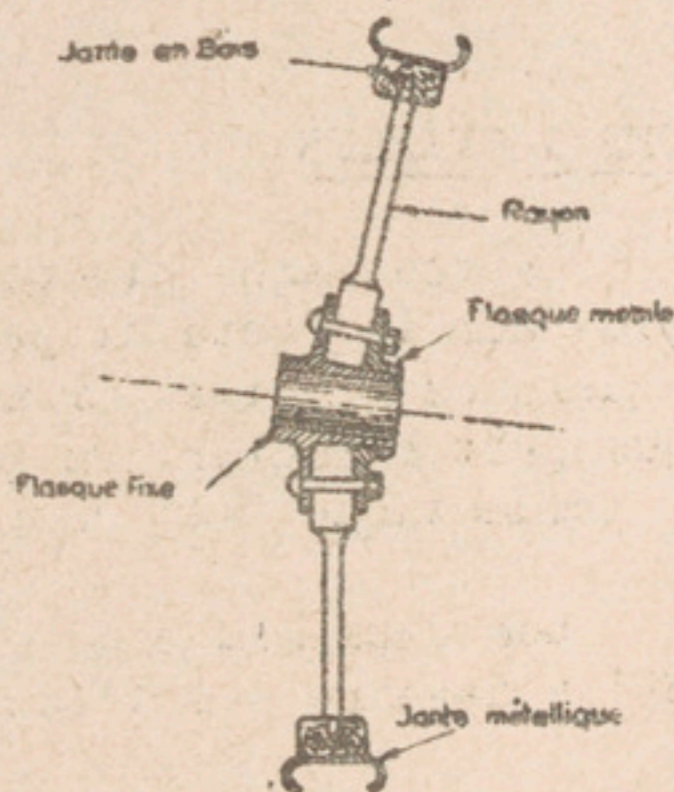


Fig.196 - Roue en bois.

La roue métallique peut se construire :

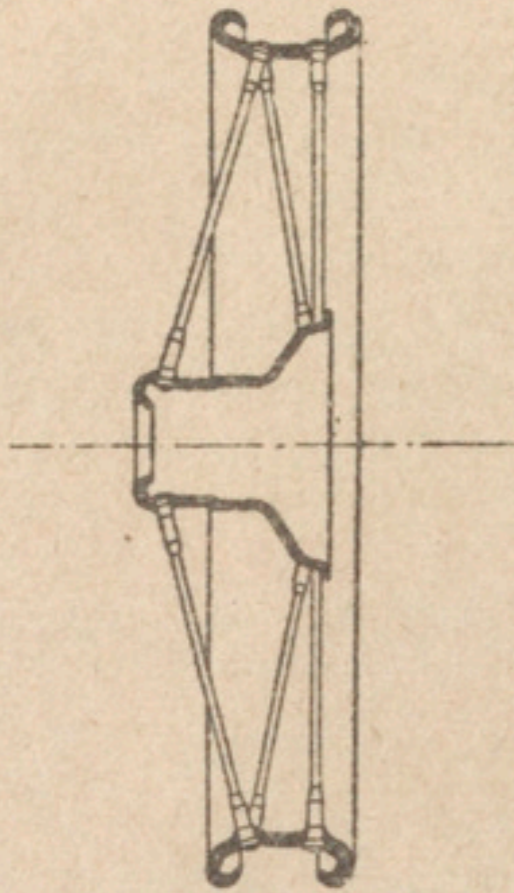


Fig. 197
Roue à fils d'acier

1°- A rayons multiples en fil d'acier (fig.197): ces rayons sont tangents aux collerettes du moyeu et forment trois surfaces coniques de manière à entretoiser la roue dans le sens latéral. Ils travaillent à la traction et peuvent être remplacés isolément en cas de rupture.

Cette roue est très légère et solide, mais coûteuse.

2°- A rayons creux en acier embouti (type Sankey); la roue est généralement formée de deux parties obtenues par estampage (côté extérieur et côté intérieur) et soudées ensuite à l'autogène. Elle présente à peu près l'apparence extérieure d'une roue en bois et s'emploie sur quelques voitures de tourisme.

3°- A rayons pleins en acier coulé; très solide, mais très lourde, c'est la roue de camion et de tracteur.

4°- A voile plein (type Michelin) (fig.198); un disque légèrement bombé, en tôle d'acier, est rivé à la jante et renforcé en son centre par une collerette portant les trous de fixation de la roue sur le moyeu.

Cette roue, d'un entretien facile et d'un prix peu élevé, est actuellement employée sur beaucoup de voitures de tourisme et sur les poids lourds montés sur pneumatiques.

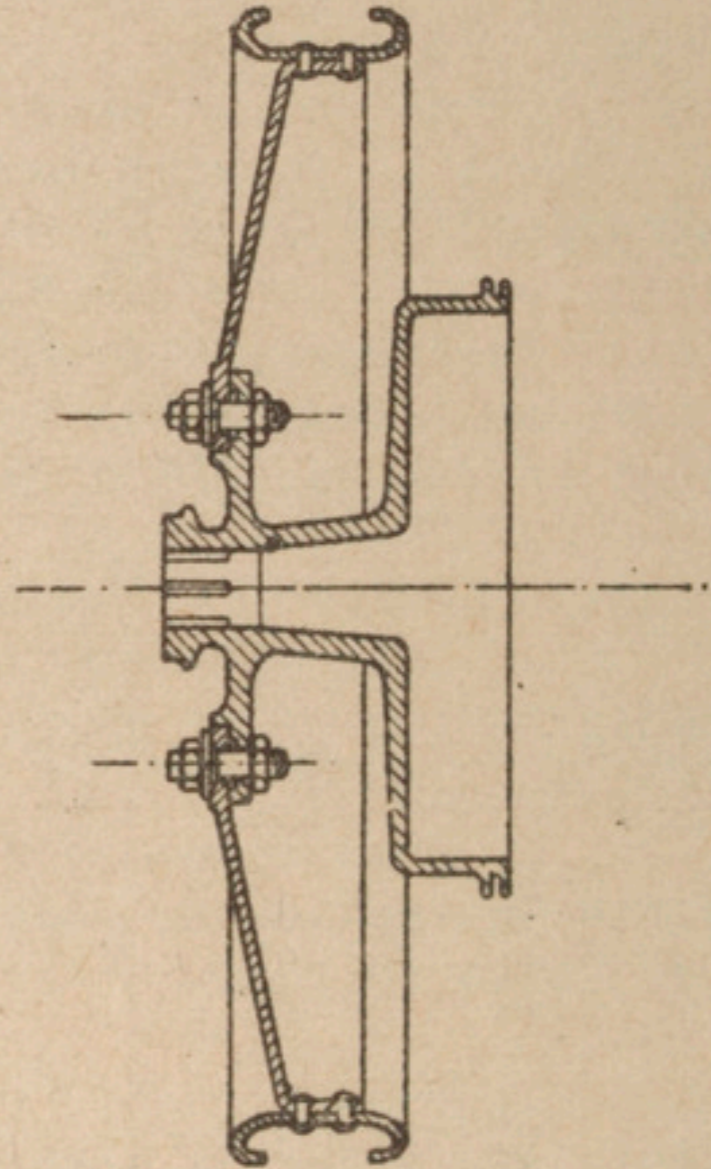


Fig. 198 - Roue à voile plein.

ROUES AMOVIBLES.

La roue amovible permet un démontage rapide sur la route et peut être remplacée en quelques minutes par une roue de rechange munie d'un bandage pneumatique prêt à rouler. On gagne ainsi beaucoup de temps en cas d'avarie à un pneumatique, et, de plus, on peut remplacer une roue accidentée.

Les deux modes de fixation de roues amovibles sur le moyeu restant monté à demeure sur l'essieu sont les suivants :

Fixation par écrou central unique : (Rudge, R.A.F., etc.), le faux-moyeu portant le rayonnage est centré par portées coniques sur le

moyeu, entraîné par cannelures alternées sur les deux pièces et serré par un écrou muni d'un dispositif de blocage (ex.: roue R.A.F. (fig.199).

Fixation par écrous multiples (Michelin) : le moyeu porte une collerette munie de quatre à dix goujons à embase conique (fig.200) en acier.

Ces goujons pénètrent dans les trous correspondants de la collerette de la roue, qui est centrée et entraînée par ces portées coniques, et serrée par des écrous en bronze vissés dans un sens tel que le mouvement des roues tende à les resserrer (pas à gauche pour les roues de droite et vice-versa).

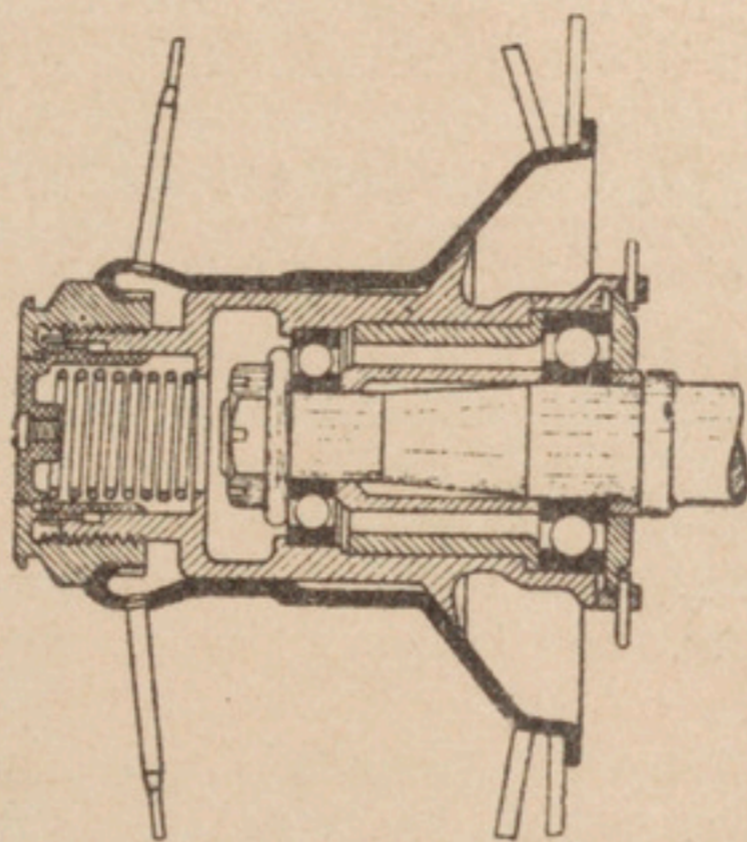


Fig. 199
Fixation R.A.F.

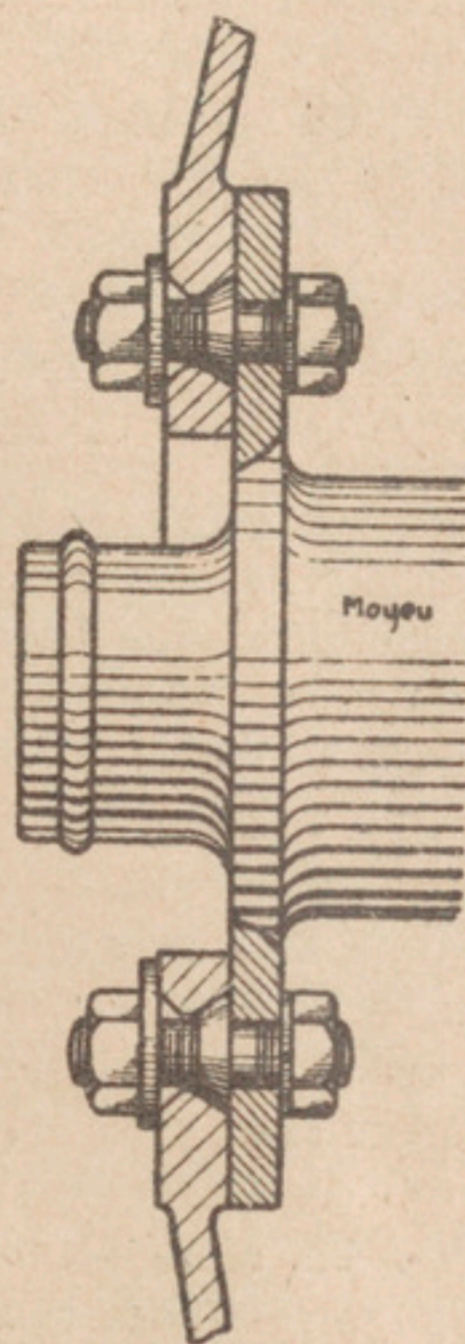


Fig. 200
Fixation Michelin.

MONTAGE DES ROUES SUR LES ESSIEUX.

Les roues sont toujours montées sur roulements à billes ou à rouleaux; le montage diffère suivant que l'essieu est simplement porteur (roues avant, roues arrière à chaînes, etc) ou que c'est un pont comportant un demi-arbre moteur.

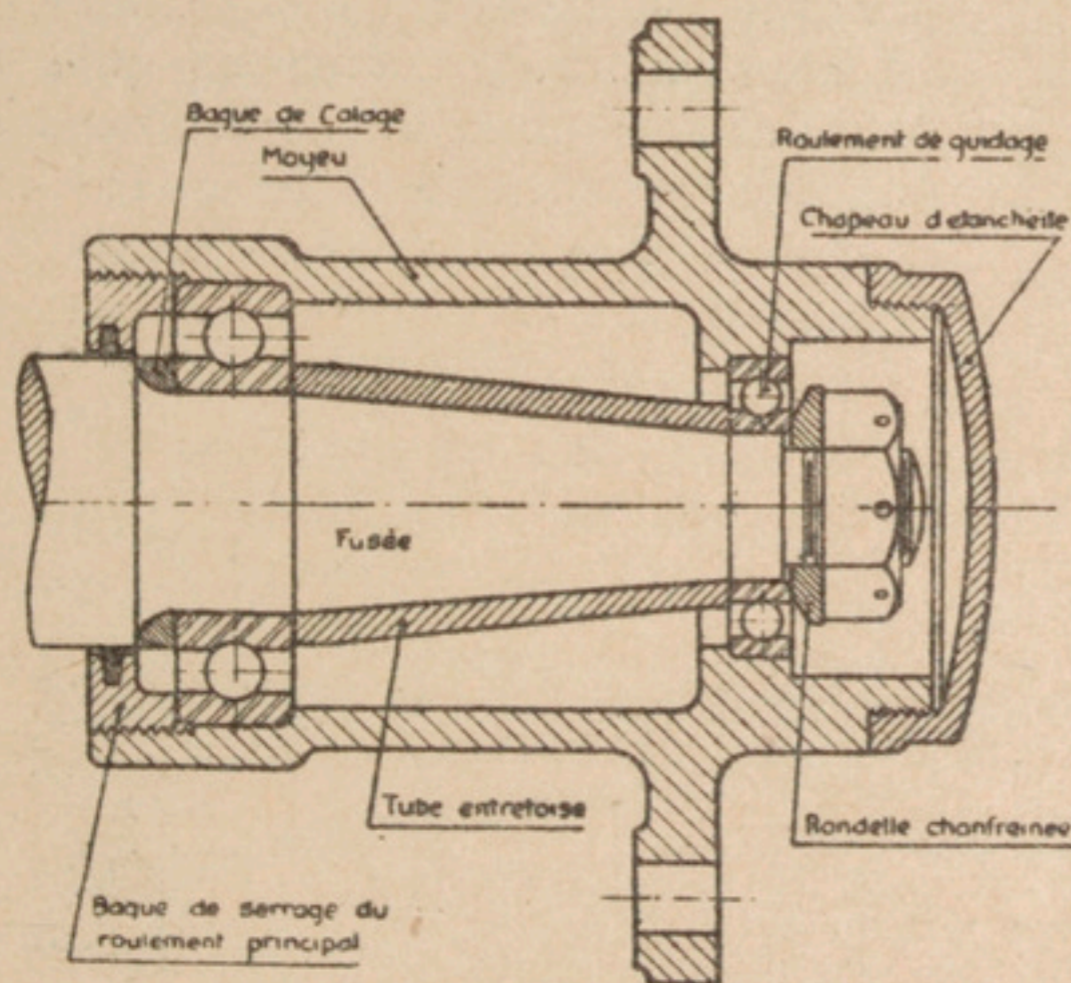


Fig. 201 - Montage d'une roue avant.

1° - Roue folle par rapport à son essieu. - La fusée d'essieu est tronconique et munie de deux portées cylindriques recevant : l'une le gros roulement principal, l'autre le petit roulement de guidage empêchant le premier de travailler en dehors de son plan dans les efforts latéraux (fig.201).

Côté fusée, les deux roulements sont reliés par un tube entretoise et serrés par un écrou soigneusement goupillé.

Côté moyeu, le roulement principal est emboîté dans son logement et serré par une bague vissée.

On dispose parfois des butées doubles à billes entre les deux roulements, pour éviter l'usure latérale des gorges de leurs cuvettes.

L'ensemble travaille dans l'huile épaisse; le moyeu est fermé extérieurement par un chapeau vissé et porte à l'autre extrémité un feutre frottant sur la fusée.

2°- Roue motrice attaquée par l'axe. - La fusée est ici remplacée par l'extrémité de la trompette de pont, tubulaire, à l'intérieur de laquelle tourne le demi-arbre moteur. Trois montages sont possibles :

a) Deux roulements sont placés, : l'un entre arbre et trompette, en bout de trompette, l'autre entre coquille du différentiel et trompette (fig.202).

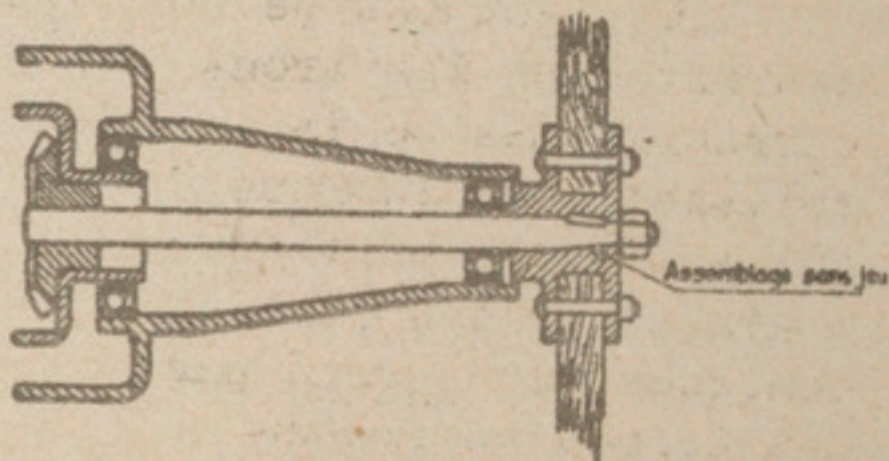


Fig.202 - Montage dit semi-floating axle.

La roue est montée en porte-à-faux, sans jeu en bout du demi-arbre (par carré, cône et clavette, etc.). Celui-ci travaille au cisaillement comme porteur, à la flexion dans les virages, et à la torsion comme moteur.

b) Deux roulements sont placés entre trompette et moyeu (fig.203) indépendamment du roulement qui supporte la coquille du différentiel.

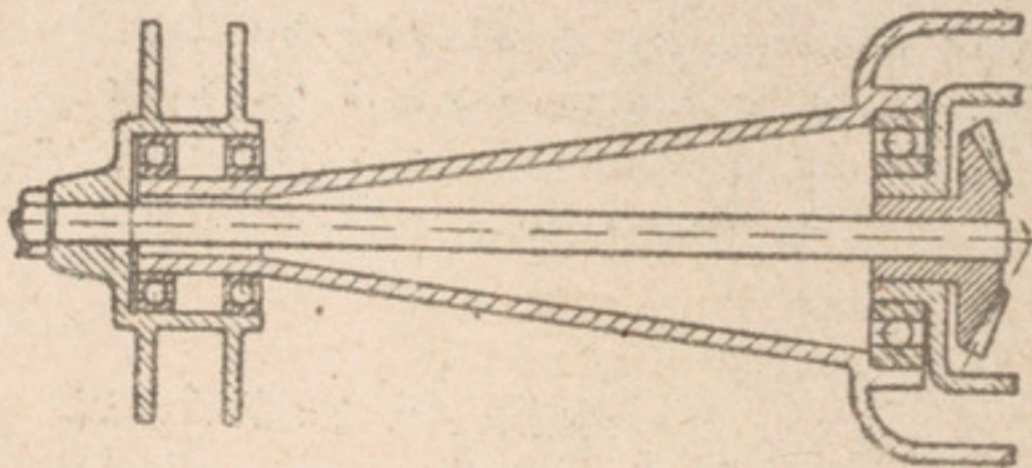


Fig.203
Montage dit full floating axle

c) Un seul roulement est placé entre trompette et moyeu et résiste aux efforts verticaux (fig.204); l'arbre est monté sans jeu dans le moyeu et travaille à la flexion dans les efforts latéraux. L'autre roulement est placé entre la coquille du différentiel et la trompette.

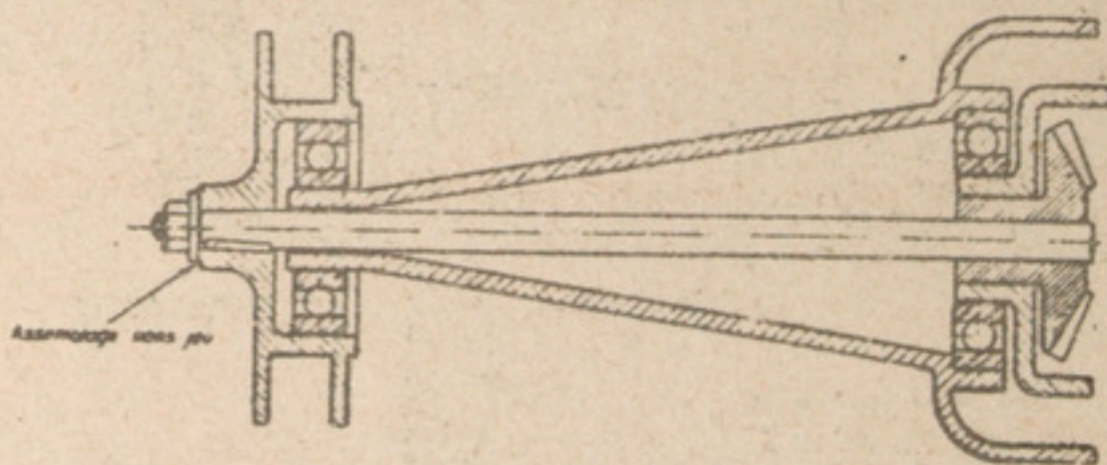


Fig.204
Montage dit three quarter floating axle

BANDAGES.

Les bandages absorbent les petites inégalités du sol et amortissent les chocs et les vibrations dus aux obstacles peu importants.

Ils sont toujours à base de caoutchouc. Le caoutchouc est une gomme secrétée par un arbre cultivé dans les pays chauds, l'Hévéa. Il est déformable, élastique, pratiquement incompressible, se soude à lui-même par simple pression, mais casse à froid et se ramollit à chaud. Pour lui conserver ses qualités aux températures extrêmes, on le vulcanise en le cuisant à l'étuve après incorporation d'une certaine quantité de soufre. Le caoutchouc ainsi traité est beaucoup plus résistant; mais il ne se soude pas directement, il se dessèche et se fendille à la longue, sans pouvoir être régénéré complètement après usage; il est sensible à l'action de l'air et de la lumière.

Bandages pleins. - Un anneau d'acier est muni extérieurement d'une série de nervures (fig.205), un anneau de caoutchouc est moulé sur cette frette, puis vulcanisé. Les proportions de soufre varient suivant les régions : au contact de la frette, la gomme très dure, analogue à de l'ébonite, assure une bonne adhérence sur le métal; la bande de roulement est en caoutchouc assez fortement soufré, tandis que la gomme du centre est plus souple, pour permettre la déformation élastique du bandage.

Le tout est monté sur la jante de la roue à l'aide d'une presse hydraulique.

Le bandage plein est généralement lisse ce qui réduit les chances de déchirure. Il est quelquefois jumelé ou triplé sur les poids lourds. Sa déformation est très réduite, quelques millimètres seulement, ce qui limite son emploi à des vitesses inférieures à 25 kilomètres à l'heure.

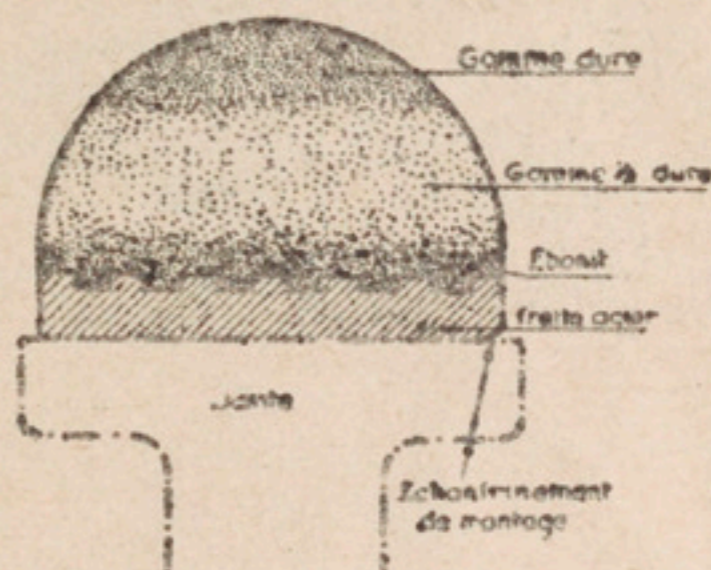


Fig.205

Coupe d'un bandage plein

BANDAGES PNEUMATIQUES.

Le pneumatique est un boudin de caoutchouc gonflé d'air; il peut utiliser l'élasticité de l'air comprimé grâce à la déformation de l'enveloppe de caoutchouc.

Tout pneumatique comporte la chambre à air et l'enveloppe.

CHAMBRE A AIR.

La chambre à air est un tube annulaire en caoutchouc très souple, étanche, et muni d'une valve de gonflement. Cette chambre est appliquée

par la pression de l'air contre la face interne de l'enveloppe.

ENVELOPPE.

L'enveloppe n'a pas besoin d'être étanche, mais elle doit résister aux efforts latéraux, aux efforts de torsion (accélération, freinage) et au râpage dû à la route.

Elle se compose d'une carcasse en tissu de coton caoutchouté constituée par une série de nappes superposées et collées. La carcasse est ensuite recouverte d'une certaine épaisseur de gomme, puis munie à la partie externe de quelques couches de toile enduite, recouvertes du croissant de roulement en gomme dure (fig. 206).

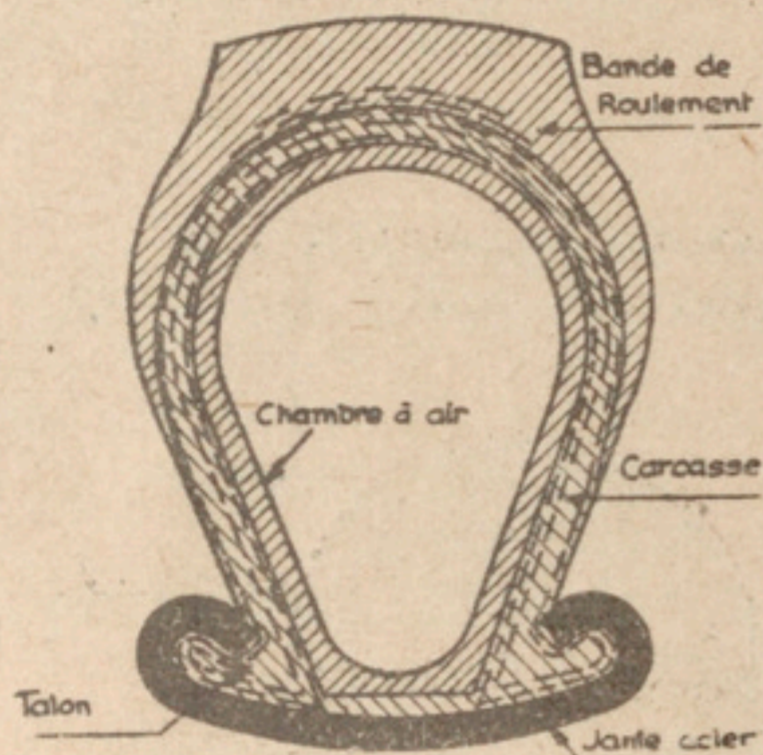


Fig. 206
Coupe d'un pneu à talons

Le tissu des nappes peut être "cablé", c'est-à-dire formé de fils de chaîne très gros et jointifs, reliés par des fils de trame fins et assez écartés. Ce tissu se tient suffisamment pour la fabrication; à l'usage, les fils de trame cassent immédiatement et les cordelettes de chaîne n'ont plus qu'un mouvement de coulissement les unes à côté des autres à chaque déformation du pneu; elles chauffent et s'usent bien moins que s'il y avait frottement de fils égaux de chaîne et de trame les uns sur les autres.

Actuellement, on supprime complètement la trame, et on constitue la carcasse par des nappes de cordes caoutchoutées posées individuellement à la machine.

FIXATION A LA JANTE.

L'enveloppe était autrefois munie de talons souples formés par un repli des tissu (voir fig. 206). Ces talons étaient montés, à l'aide de leviers, par dessus la jante, et chassés ensuite, par la pression de l'air, dans les crochets de cette jante.

Ce système avait l'inconvénient de permettre le déjantage de l'enveloppe en cas d'éclatement, à moins qu'on ne coince les talons dans les crochets au moyen de boulons de sécurité (fig. 207) à raison de un ou deux en plus du boulon-valve (fig. 208).

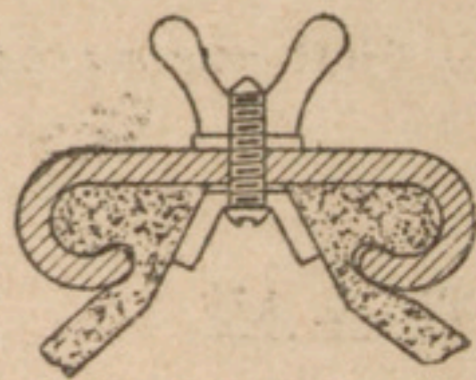


Fig. 207
Boulon de sécurité

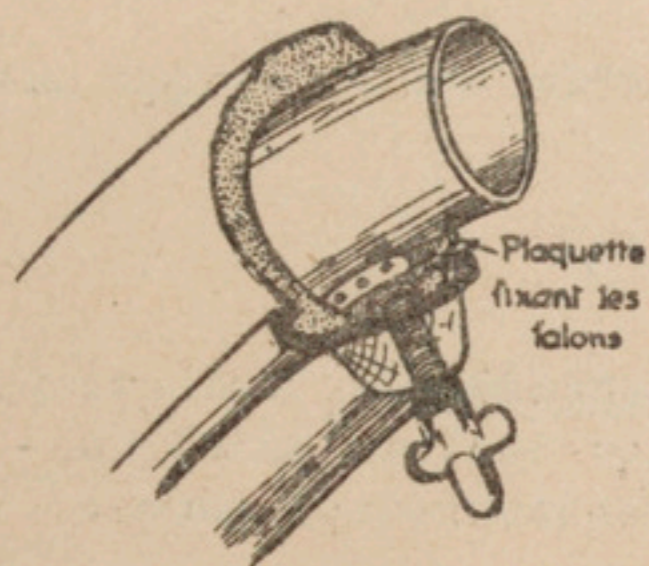


Fig. 208 - Boulon-valve

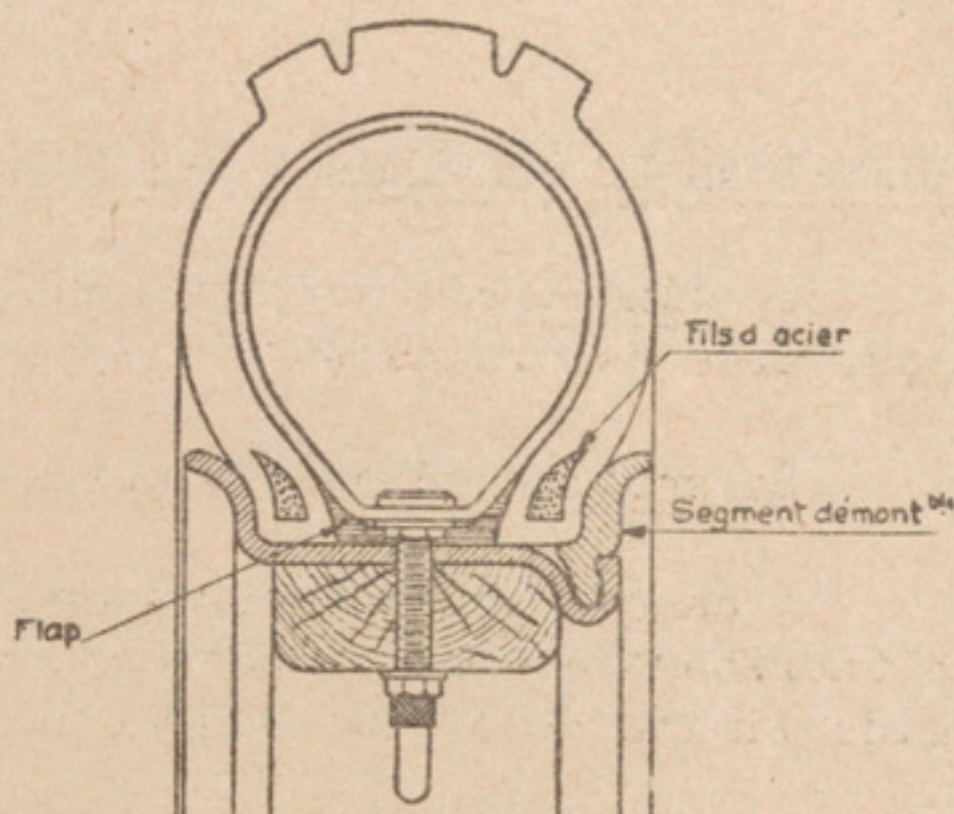


Fig. 209
Coupe d'un pneu à tringles (jante démontable)

On utilise actuellement les pneus à tringles dont la carcasse est rendue indéformable à la base au moyen de faisceaux de fils d'acier noyés dans les tissus (fig. 209).

La jante n'a plus de crochets, mais des rebords évasés dont l'un peut être démontable pour permettre la mise en place de l'enveloppe.

Ce dispositif évite absolument le déjantage et réduit les chances de coupure au ras de l'accrochage.

Si les rebords sont fixes, il faut que la jante soit munie d'une gorge permettant le montage de l'enveloppe.

Si la gorge fait le tour complet de la jante, c'est le système dit jante à base creuse (Dunlop)(fig. 211).

Si la gorge n'affecte qu'environ la moitié de la longueur de la jante, c'est le système Bibendum (Michelin) (fig. 210).

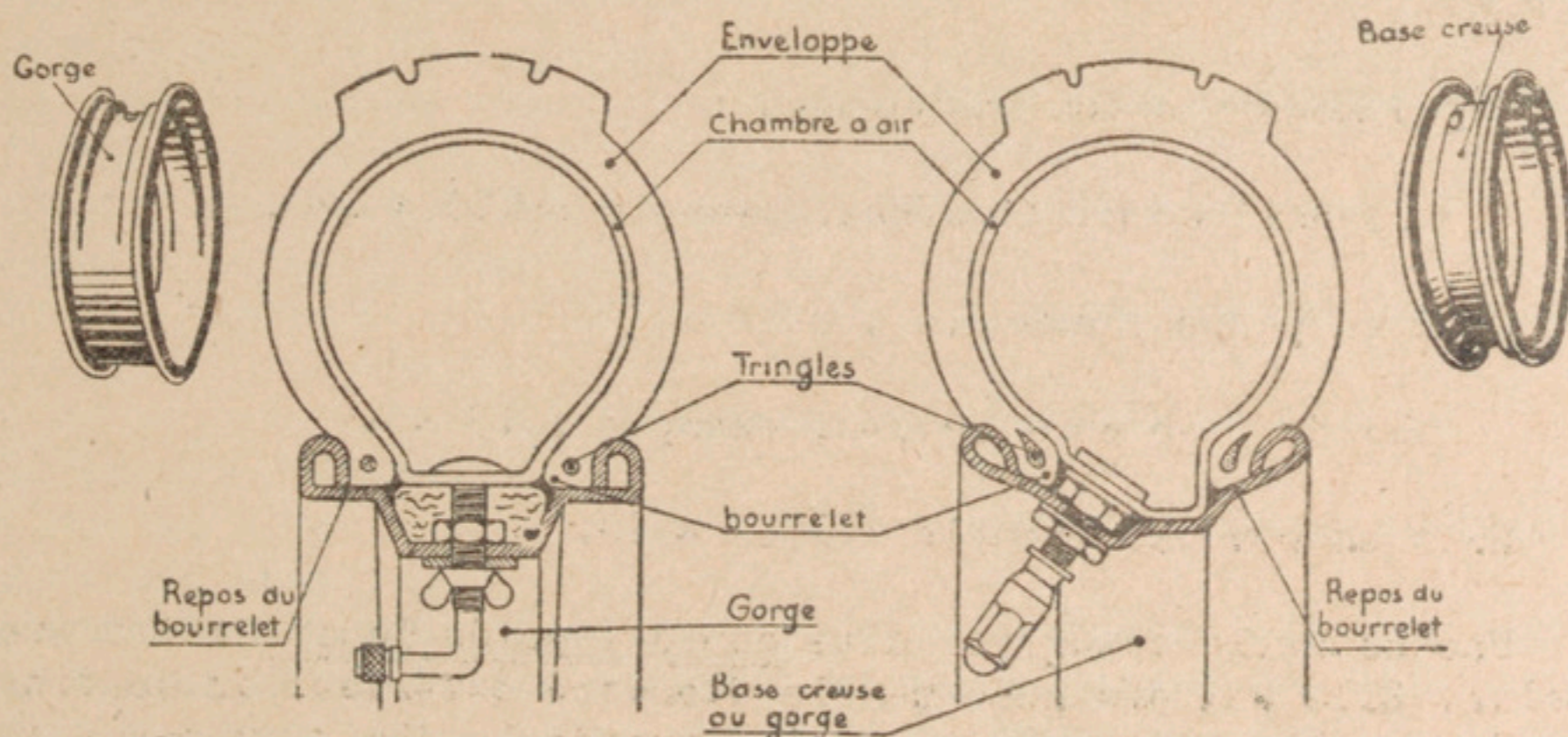


Fig. 210
Jante Bibendum (Michelin)

Fig. 211
Jante base creuse (Dunlop)

DIMENSIONS ET GONFLEMENT DES PNEUS.

Le diamètre d'un pneu gonflé dépend du diamètre des roues qui est à peu près déterminé par le type de voiture.

Sa section dépend du poids à supporter.

A chaque poids, correspond une pression de gonflement indiquée par le fabricant et très importante à respecter. Chaque section admet un poids limite au-dessus duquel il faut monter la section supérieure.

On peut jumeler les pneus à l'essieu arrière qui supporte souvent une charge double de celle de l'essieu avant. Mais on ne peut jamais obtenir un travail égal des deux enveloppes; il est donc bien préférable, même pour les poids lourds, de monter des pneus simples de section suffisante.

La pression varie de 3 à 10 kg.

On a mis en service, depuis 1923, des pneus à basse pression et à grosse section, à enveloppe très souple; ces pneus sont gonflés à 1 ou 2 kg. et absorbent des obstacles plus importants que les autres.

Ils se répandent de plus en plus. Leur section varie de 11 à 17 centimètres.

Ils comportent des tringles et utilisent l'un des systèmes de fixation décrits ci-dessus.

Les pneus sont désignés par deux nombres qui indiquent :

a) Soit le diamètre extérieur du pneu gonflé et la section (diamètre extérieur du boudin gonflé);

b) Soit la section et le diamètre de la jante au repos du bourrelet.

Ces dimensions sont exprimées :

a) Soit en millimètres, exemple : 820 x 120,

Soit en pouces, exemple : 32 x 6,

b) Soit en centimètres, exemple : 13 x 45,

Soit en pouces, exemple : 8,25 x 20.

Une nouvelle catégorie dite confort poids lourds a été créée par Michelin. Elle est désignée par le diamètre extérieur du boudin gonflé exprimé en millimètres suivi du diamètre de la jante au repos du bourrelet exprimé en pouces (1).

(1) Le pouce vaut 0 m.0254.

CHAPITRE XXII

DIRECTION

Le véhicule automobile ordinaire est dirigé par l'orientation de ses roues avant.

En raison des vitesses atteintes, on ne peut employer en automobile l'essieu pivotant autour d'une cheville ouvrière centrale (fig.212); la stabilité de la voiture diminuerait dans les virages parce que les points de contact des roues avant avec le sol se rapprochent du grand axe de la voiture, ce qui réduit la largeur de l'appui sur la route pour l'essieu avant; en outre, un obstacle reterant une roue agirait sur le pivot avec un bras de levier important, égal à la moitié de la voie.

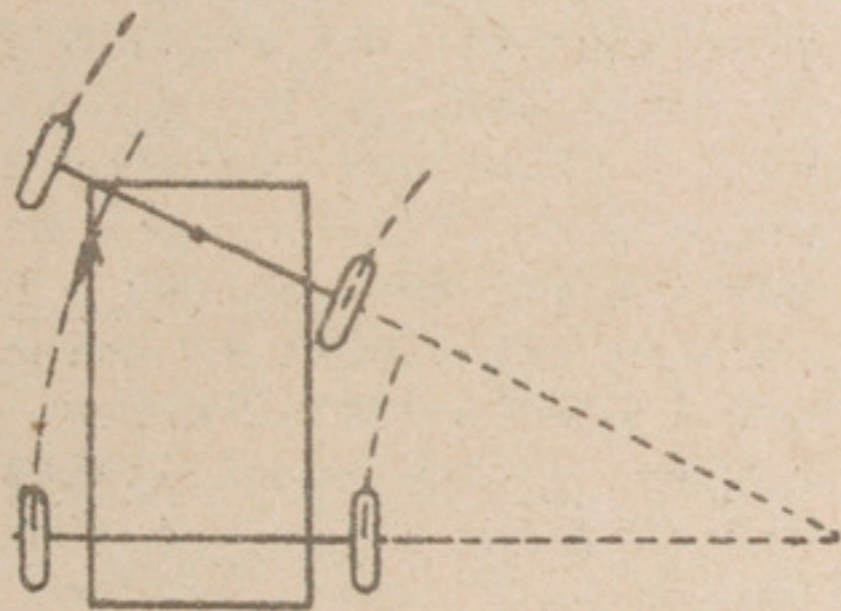


Fig.212

Ces deux inconvénients sont très atténués avec l'essieu brisé, aux extrémités duquel les fusées de roues sont articulées sur des pivots indépendants (fig.213). La voiture reste bien assise en virage, son essieu avant peut être fixé en deux points aux ressorts de suspension, et le bras de levier de tout à l'heure est réduit à quelques centimètres.

Par contre, le mécanisme de direction est un peu compliqué; il faut accoupler convenablement les deux fusées de roues avant, de manière qu'en virage les cercles décrits par les quatre roues soient concentriques, ce qui entraîne un braquage plus accentué pour la roue intérieure au virage; l'angle b est plus grand que l'angle a (fig.213).

La solution exacte du problème de l'accouplement est très complexe; on emploie un tracé simplifié, dit épure de Jeantaud, qui donne de légers ripages des roues pour certains

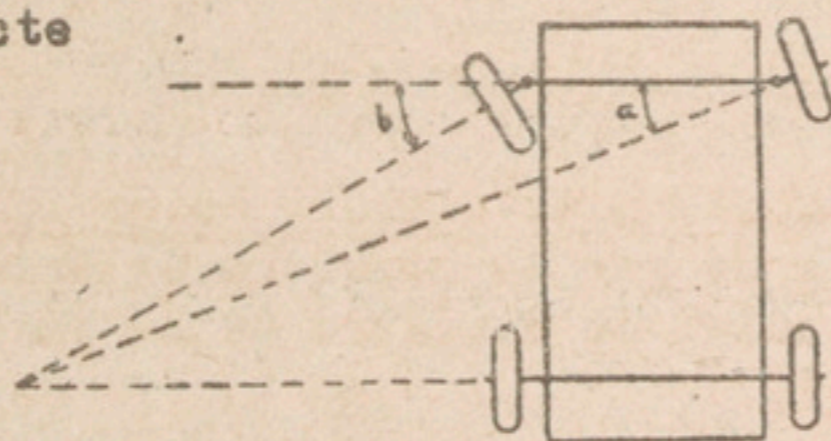


Fig.213

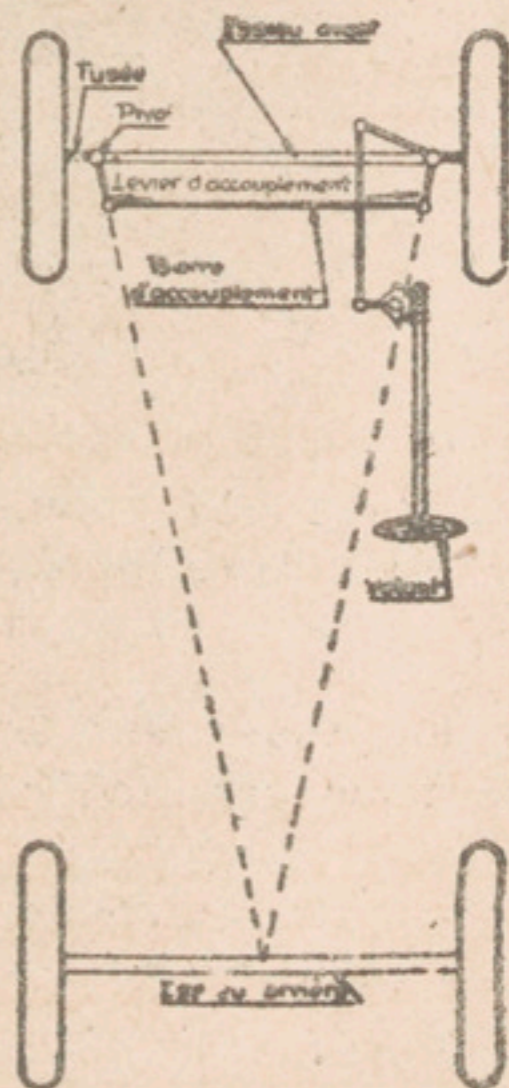


Fig.214 - Epure de Jeantaud

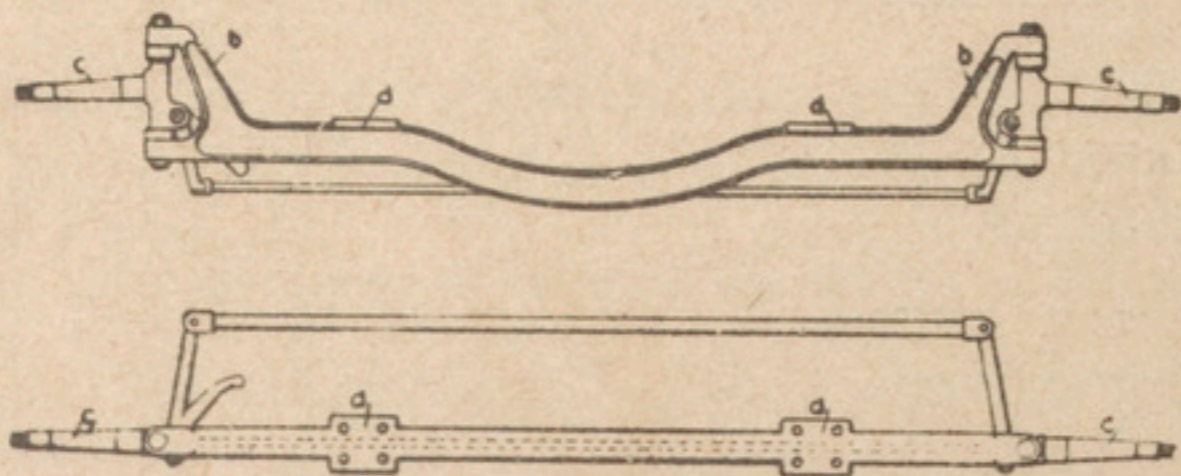


Fig. 215 - Essieu avant.

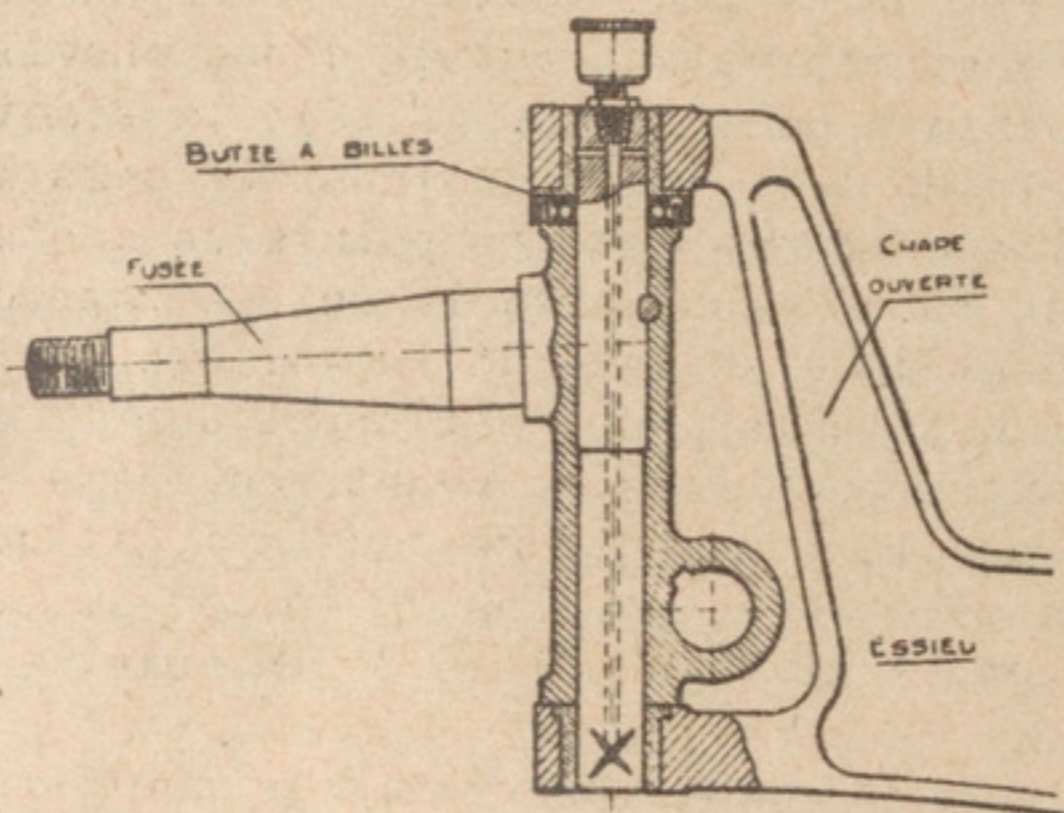


Fig. 216 - Essieu avant à chapes ouvertes (portées lisses).

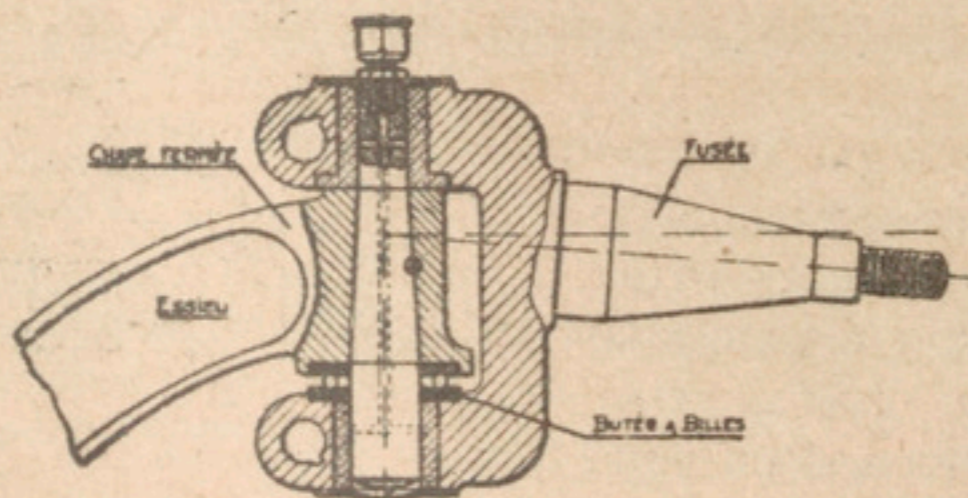


Fig. 217 - Essieu avant à chapes fermées (portées lisses).

tion placés sur le châssis, et une barre de direction reliant la boîte à la roue commandée.

Le mouvement de rotation du volant est transformé en un mouvement d'oscillation d'avant en arrière, par un levier de direction ou bielle pendante qui sort de la partie inférieure de la boîte. Cette transformation se fait par vis et secteur (fig 218), ou par vis et roue tangente,

angles de braquage, mais ne comporte qu'une barre d'accouplement attelée par chape, ou rotule, à des leviers d'accouplement calés sur les fusées avant (fig. 214). Les lignes d'action des leviers, définies par l'articulation du pivot de fusée et celle de la barre, doivent se couper à peu près sur l'essieu arrière.

ORGANISATION DE L'ESSIEU AVANT.

Le corps d'essieu a, le plus souvent, une section en I et porte deux patins d d servant à fixer les ressorts de suspension (fig. 215). Il se termine par deux chapes b b portant les pivots en acier, sur lesquels tourillonnent les bagues, généralement lisses, des corps de fusée c c. Les chapes de l'essieu peuvent être ouvertes (fig. 216), ou fermées (fig. 217); il existe quelquefois une butée à billes qui réduit le frottement dû au poids de la voiture pendant les braquages.

COMMANDE DES ROUES.

Il suffit de commander l'une des roues avant, le mécanisme d'accouplement entraînant l'autre. Cette commande doit être peu réversible, pour éviter les mouvements brusques de braquage dus aux inégalités de la route; elle comprend un volant et une boîte de direc-

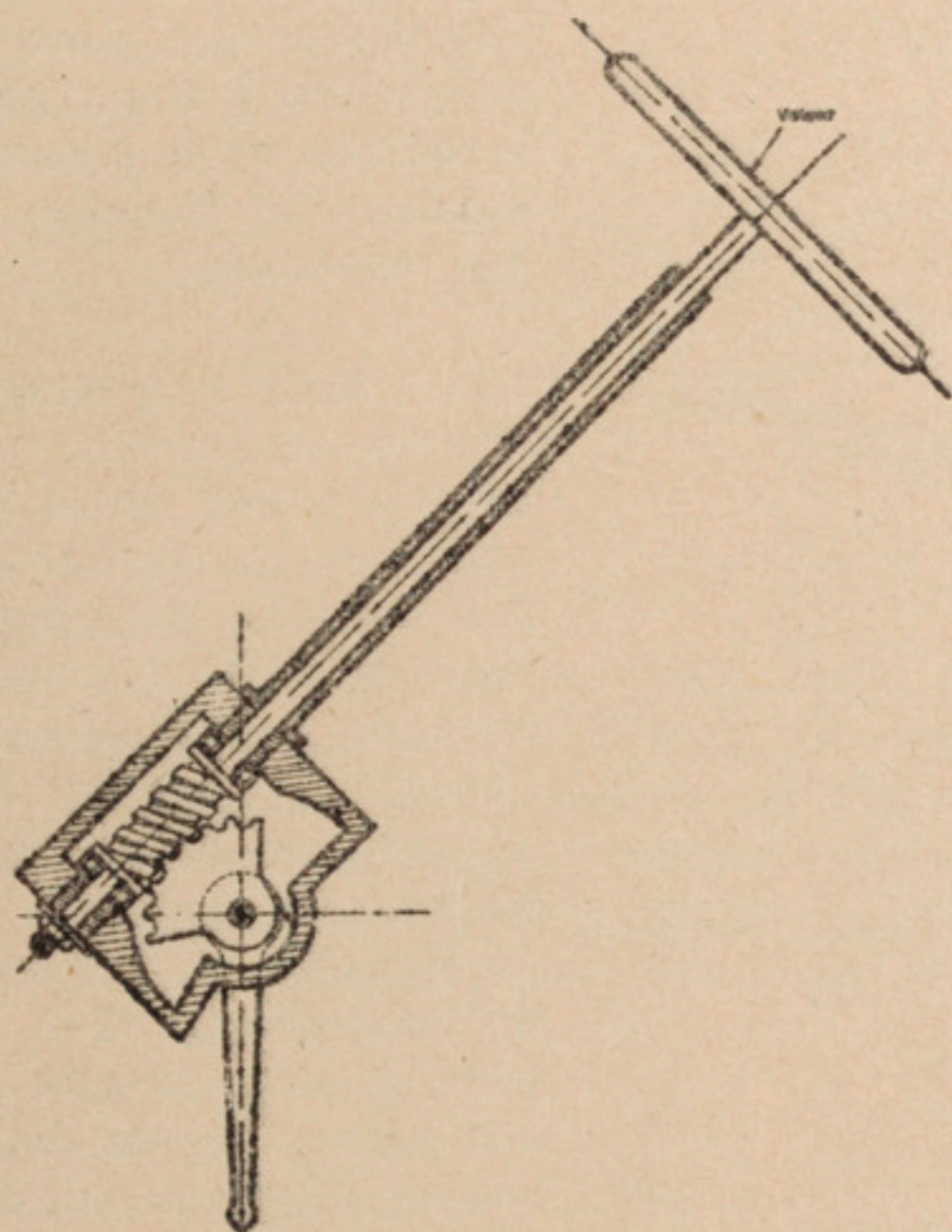


Fig. 218 - Boîte de direction à vis tangente et secteur.

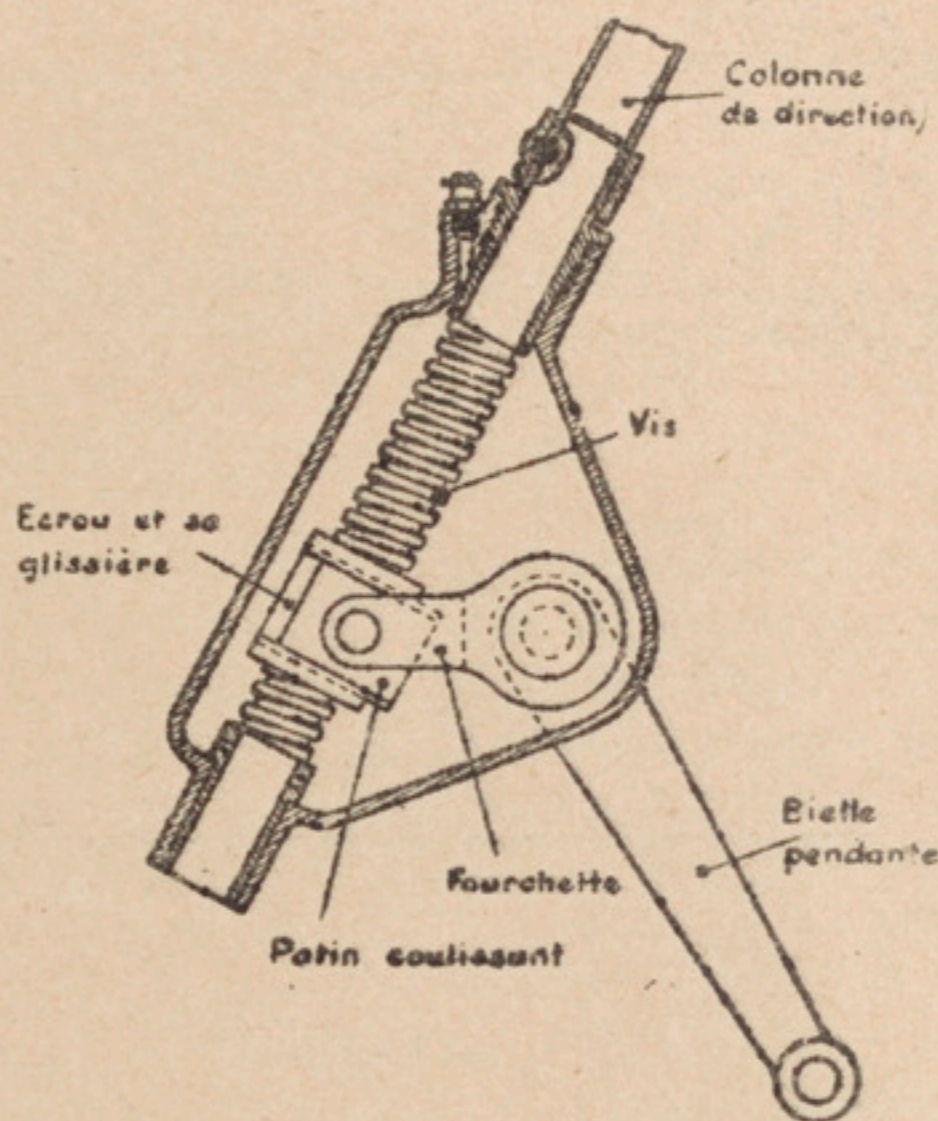


Fig. 219
Direction à vis et écrou.

ou encore par vis et écrou, celui-ci commandant la bielle pendante (fig. 219). L'emploi d'une vis placée à l'extrémité inférieure de la colonne de direction rend la direction peu réversible.

Le carter enveloppant ce renvoi de mouvement est en fonte ou en alliage d'aluminium; il porte les coussinets et les butées de la colonne et de l'axe transversal du levier, forme bain d'huile épaisse, et se fixe solidement par des boulons au longeron correspondant.

BARRE DE DIRECTION.

Il faut maintenant atteler la rotule A terminant la bielle pendante, à l'extrémité B du levier d'attaque calé sur l'une des fusées. L'un de ces points est solidaire du châssis, l'autre de l'essieu; essieu et châssis sont déjà reliés par des ressorts de suspension qui ont un point fixe, généralement à l'avant en C (fig. 220), alors que le point A est en arrière de l'essieu. Quand les ressorts fléchissent, le point B décrit un arc de cercle ayant C pour centre.

D'autre part, A étant fixé dans la position "marche en ligne droite", le point B devrait décrire un arc de cercle centré sur A.

Ces deux courbes étant différentes, le point B sera obligé d'obéir à la liaison A B et se déplacera par rapport à l'essieu, en braquant

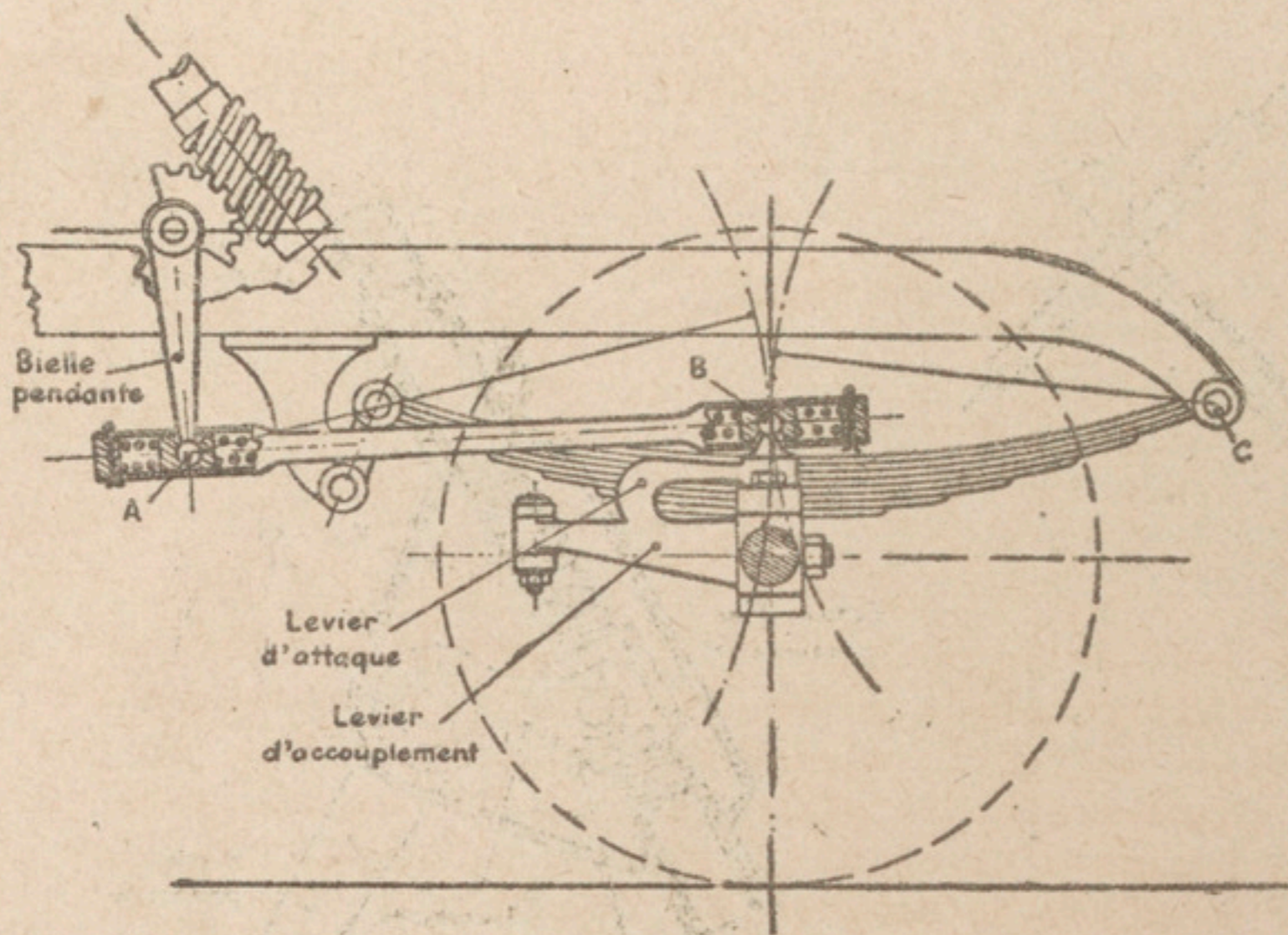


Fig. 220

à ressorts à boudin montés dans les boîtes à rotule de la barre de direction (fig. 221). Dans le but de réduire encore cette incompatibilité, certains constructeurs montent les ressorts avant avec point fixe à l'arrière et jumelle à l'avant, (figurine b de la figure 188).

Le mécanisme de direction doit être ajusté avec beaucoup de précision car les jeux aux articulations s'ajoutent pour rendre peu à peu la direction flottante. Il doit être protégé par des carters et des gaines soigneusement graissées, et examiné fréquemment pour éviter des ruptures très dangereuses.

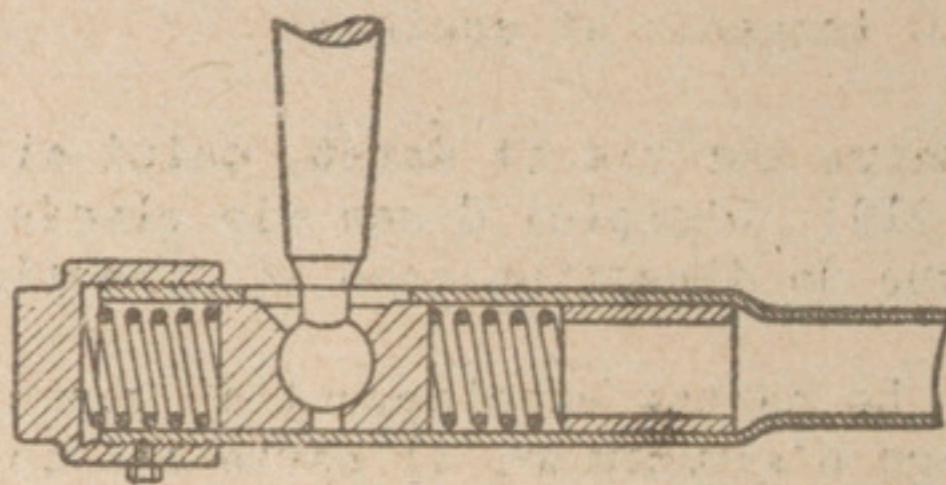


Fig. 221 - Boîte à rotule.

les roues qui vont se mettre à dandiner à droite et à gauche suivant la flexion des ressorts.

Pour atténuer cet inconvénient, il faut d'abord orienter la barre de direction A B dans le prolongement de B C; les deux arcs de cercle sont alors tangents et s'écartent peu l'un de l'autre lors de la flexion du ressort de suspension. Ces petits écarts sont eux-mêmes compensés par des amortisseurs

CHAPITRE XXIII

FREINAGE

Le freinage peut avoir pour but : ou d'arrêter complètement le véhicule, ce qui n'est possible qu'avec des freins à frottement; ou de limiter la vitesse de ce véhicule en descente. Dans ce cas, on peut se servir du moteur comme frein; il agira par ses frottements internes ordinaires, ou sera pourvu d'un décalage spécial de la distribution le transformant, par exemple, en compresseur d'air.

FREINS A FROTTEMENT.

Un frein de ce type comprend une poulie ou tambour tournant avec les roues, et sur lequel vient frotter une pièce fixée au corps d'essieu ou au châssis.

Le frein à ruban (fig.222) se compose d'un ruban d'acier garni intérieurement de bandes de cuir ou de ferodo, pouvant être serré par le jeu d'un levier sur une poulie fixée par exemple à une roue. Il est très léger, mais frotte toujours un peu à vide et serre souvent mal en marche arrière.

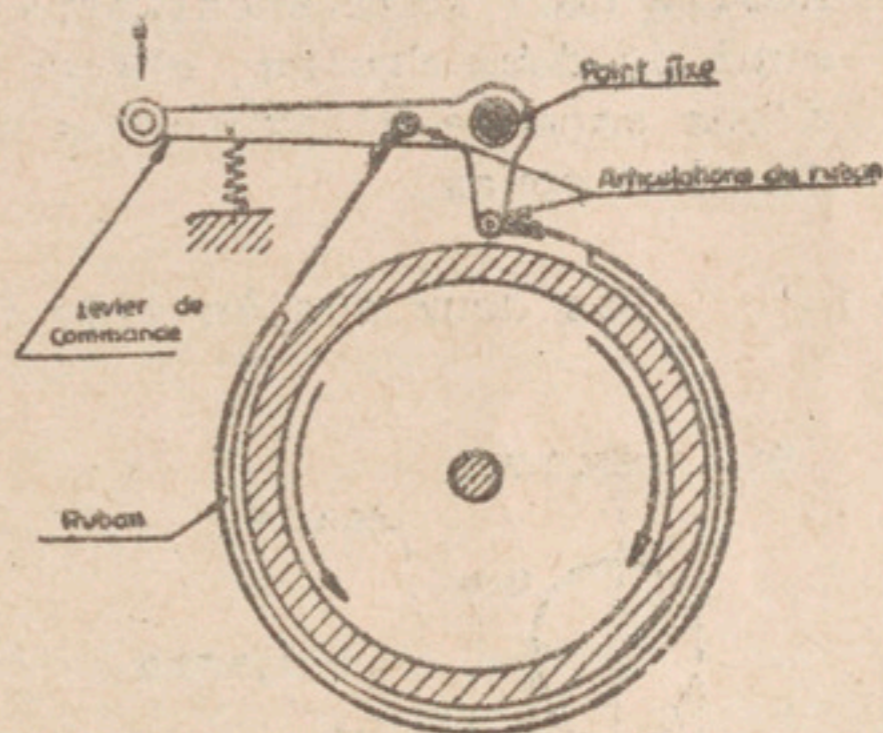


Fig.222 - Frein à ruban.

Le frein à mâchoires (fig.223) comprend deux mâchoires, revêtues intérieurement d'une garniture amovible en fonte, bronze ou ferodo; ces mâchoires pivotent autour d'une de leurs extrémités, et sont rapprochées symétriquement par l'autre, pour venir serrer le tambour mobile placé dans leur évidement. Ce frein a le défaut d'évacuer difficilement la chaleur produite; il est, de plus, exposé à la poussière et à la boue.

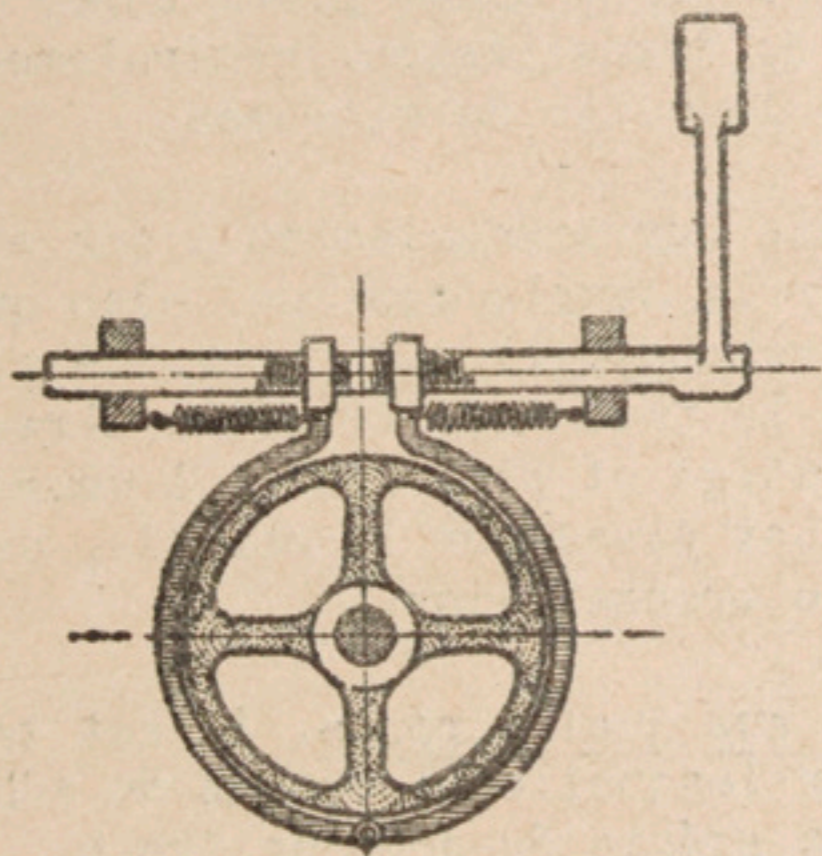
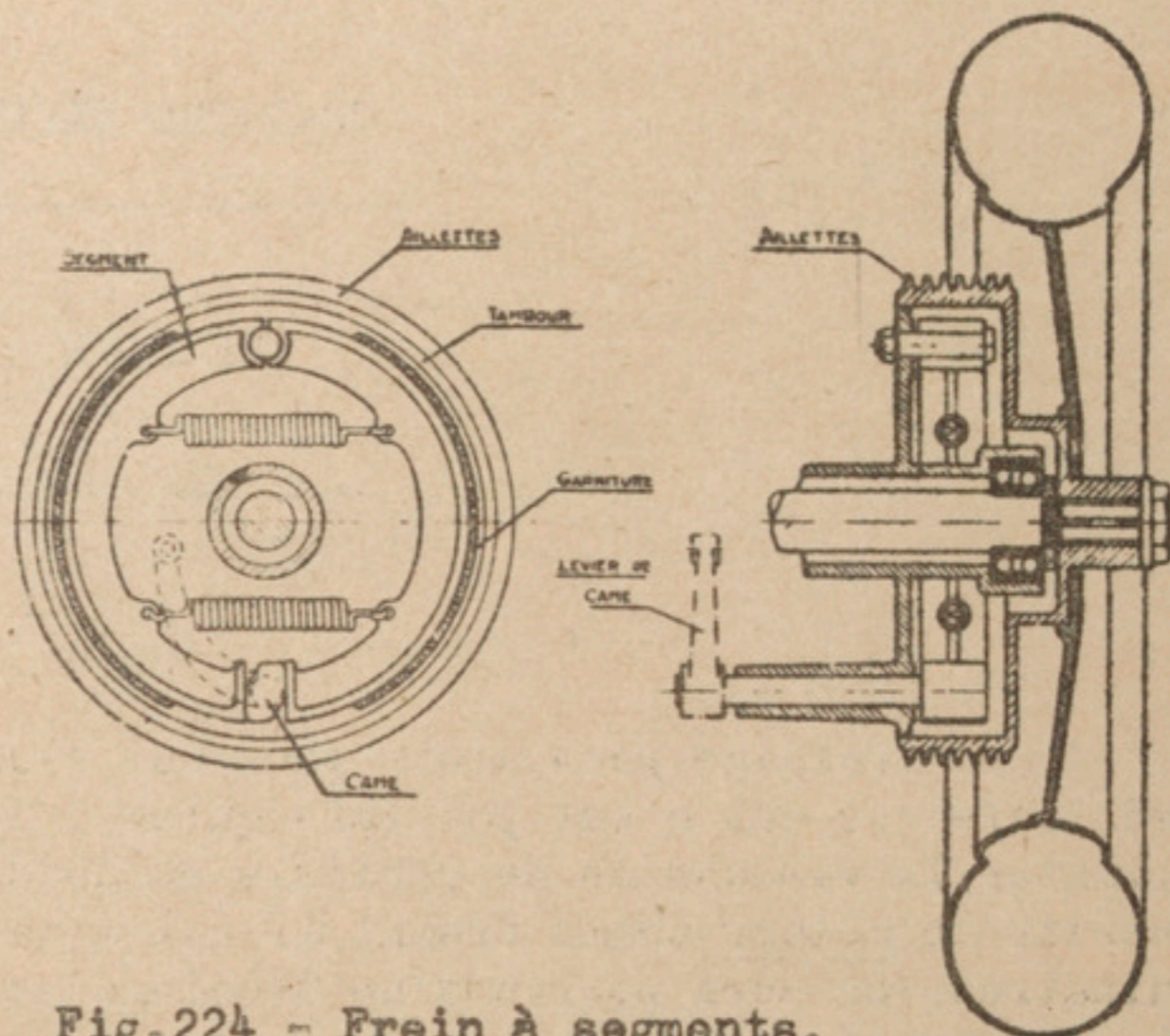


Fig. 223 Frein à mâchoires

Le frein à segments est le plus répandu. Les segments semi-circulaires sont dans le tambour mobile et une came de commande les écarte l'un de

l'autre en les appliquant contre la paroi interne du tambour (fig.224). Ce frein se refroidit bien à travers le tambour qui est en acier relativement mince et fréquemment muni d'ailettes à l'extérieur. De plus, il est facile d'achever par une tôle fixe le carter de protection déjà amorcé par le tambour.



EMPLACEMENT DES FREINS.

Fig.224 - Frein à segments.

Tout véhicule automobile doit légalement être muni de deux freins, chacun d'eux capable d'arrêter le véhicule, dont l'un au moins agit directement sur les roues.

Les deux systèmes de freinage doivent être à commandes distinctes.

Ils doivent agir sur deux surfaces freinées différentes;

Lorsque l'effort de freinage s'exerce sur plus d'un essieu, les surfaces freinées de l'un des deux freins peuvent être utilisées simultanément pour l'autre.

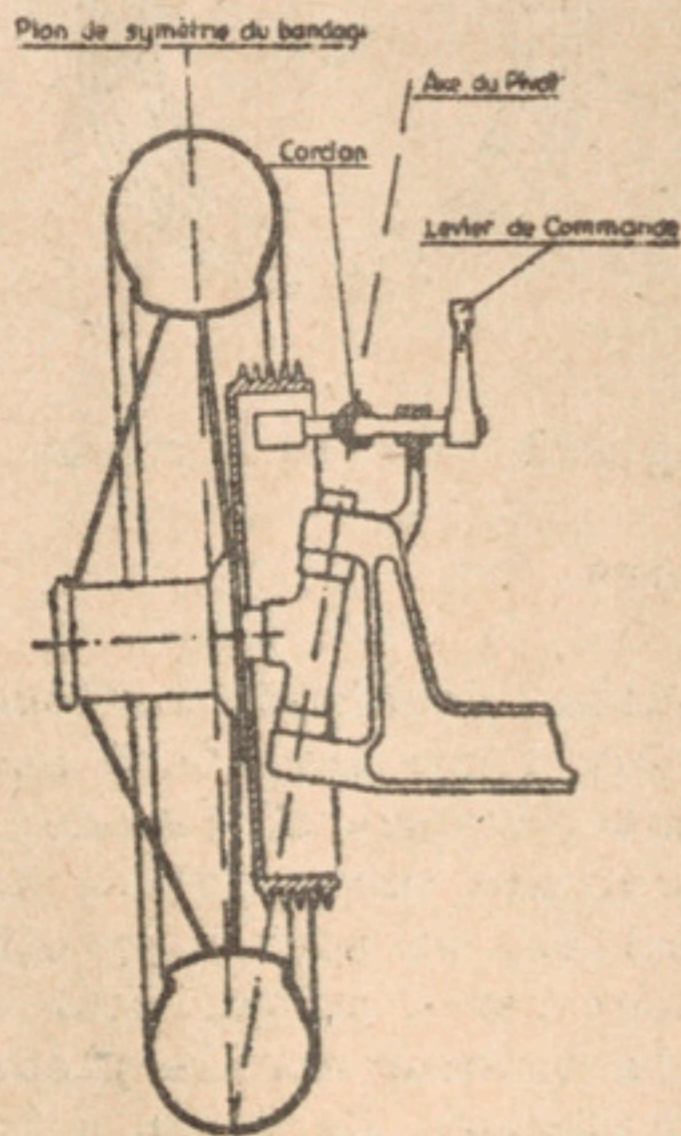


Fig.225
Frein sur roues avant.

Il y aura donc toujours au moins deux roues portant des tambours de freins, presque toujours quatre. Le second frein peut agir sur les mêmes tambours à condition qu'il ait une commande séparée de la précédente, ou sur l'arbre de transmission, généralement à la sortie de la boîte de vitesses.

Le frein sur transmission a son effet multiplié par le couple conique; bien que simple (un tambour), il est par suite plus puissant que le frein sur roues arrière. Il est mieux protégé et plus facile à commander parce qu'il est placé sur le châssis, mais il fatigue la transmission.

Les véhicules modernes sont freinés aux quatre roues. Il est très intéressant de freiner les roues avant sur lesquelles le poids du véhicule se reporte en grande partie au moment précis du coup de frein

(phénomène de réaction). Mais l'organisation des freins avant est délicate, surtout sur les voitures rapides, parce qu'il faut réaliser l'indépendance complète de la direction et du freinage. On y arrive :

1° - en coupant la commande de frein par un joint de Cardan centré exactement sur l'axe du pivot de fusée, ce qui permet de braquer les roues sans les freiner;

2° - en inclinant la fusée et le pivot de manière que le prolongement de l'axe du pivot rencontre le sol au centre de la surface de contact du bandage. L'effort de freinage n'a plus alors tendance à faire pivoter le corps de fusée; le freinage n'entraîne pas de braquage (fig.225).

COMMANDE DES FREINS.

L'un des freins est commandé au pied, au moyen d'une pédale.

Les freins sur les quatre roues sont toujours commandés simultanément par la pédale. Le levier à main agit alors soit sur la transmission, soit sur les roues arrière.

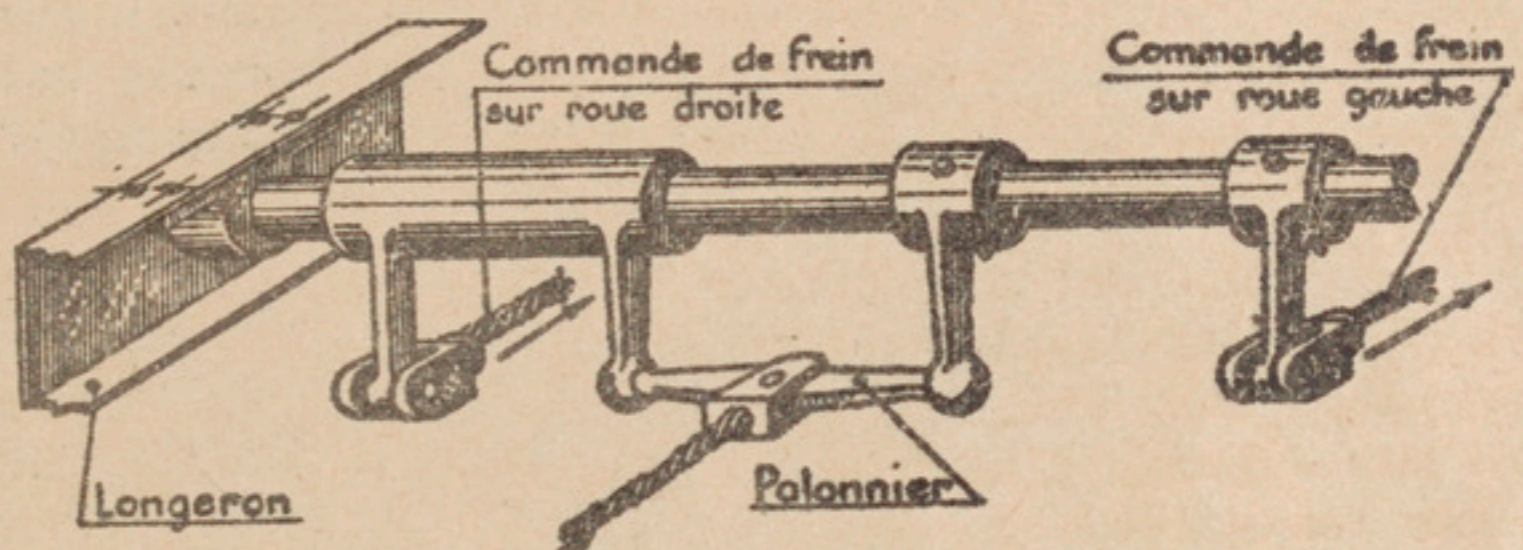
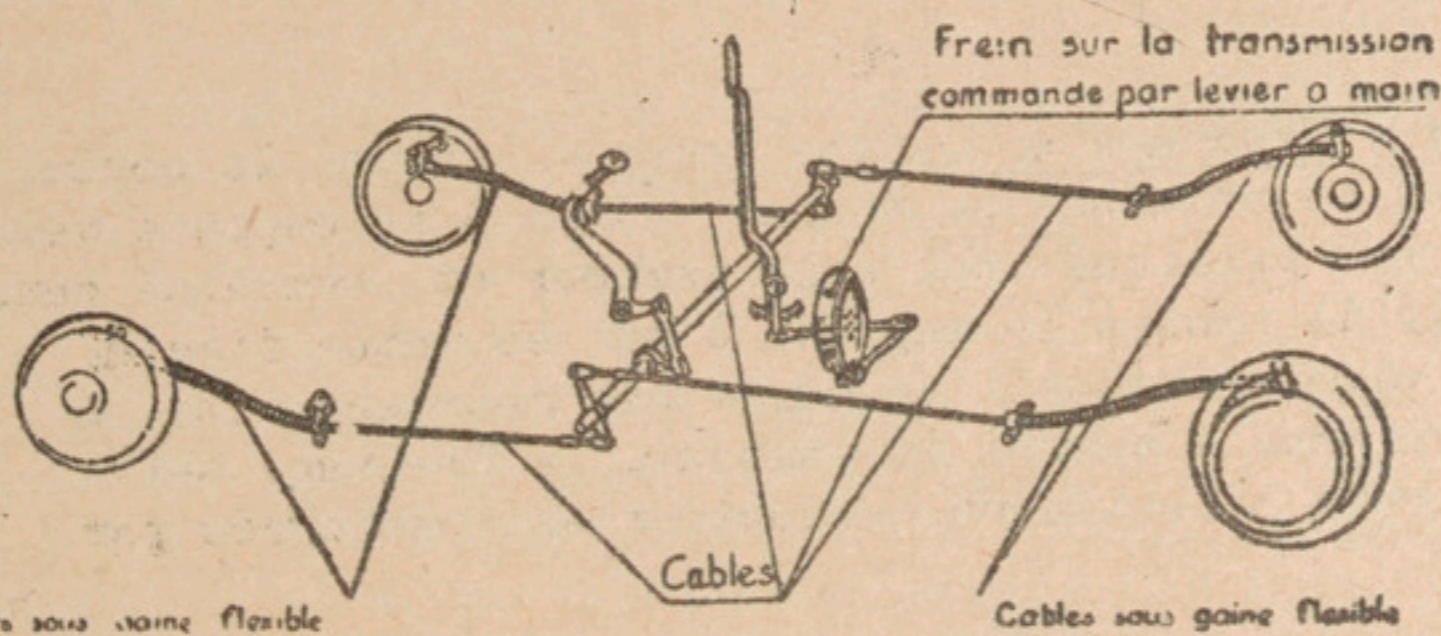


Fig.226 - Montage d'un palonnier.

Le serrage doit être le même pour les deux roues d'un essieu. Pour parer aux variations d'usure et de réglage de l'un des freins par rapport à l'autre, on dispose parfois un palonnier sur le tringlage (fig.226).

Mais en cas d'accident survenant au palonnier, tout le système de freinage devient inopérant; c'est pourquoi la tendance est de commander directement les commandes de frein par un tringlage simplifié (fig.227); cette disposition exige des réglages de freins fréquents.



Cables sous gaine flexible

Cables sous gaine flexible

Fig.227 - Schéma de l'organisation des commandes de frein.

le châssis doivent avoir à peu près la même longueur que l'organe de poussée pour éviter le broutage du frein lorsque les ressorts travaillent

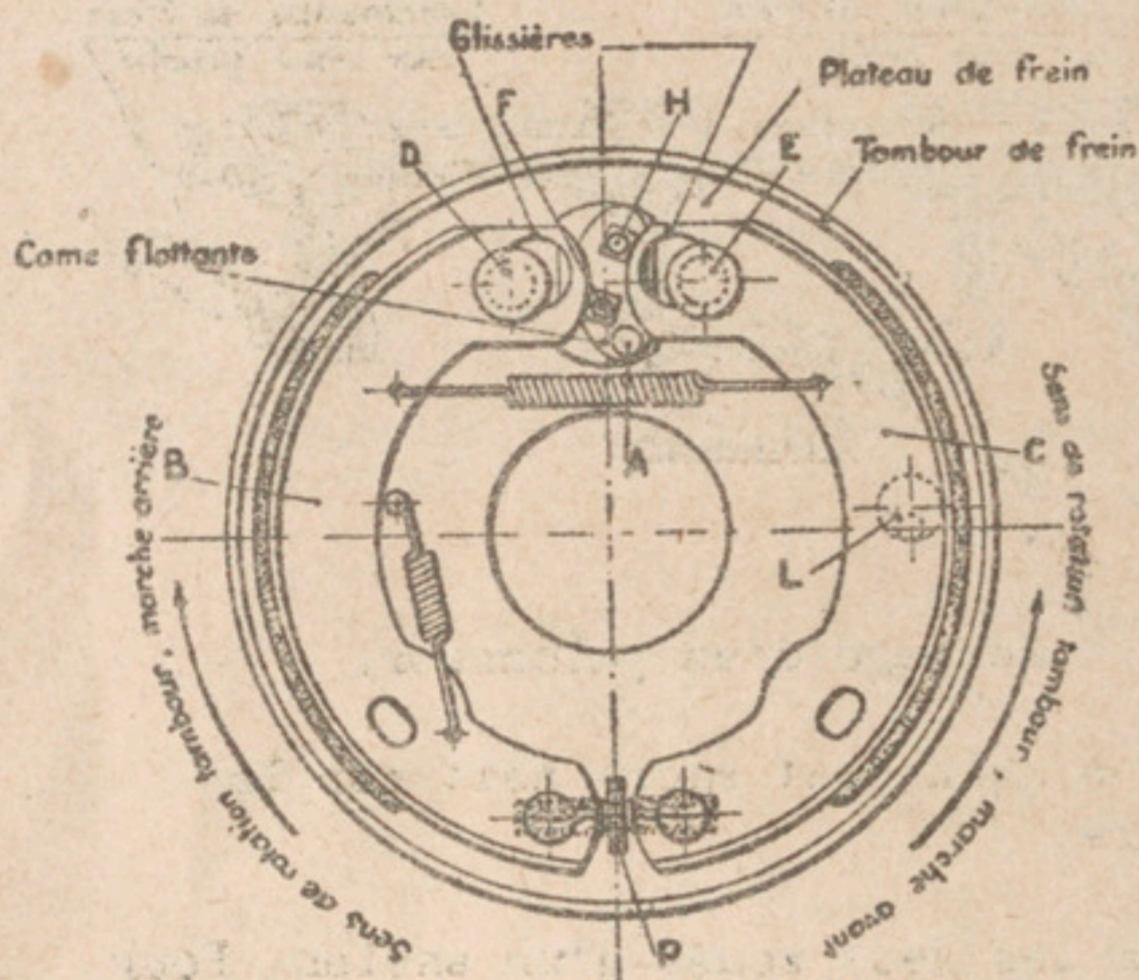
Les tringles de freins articulées entre l'essieu et

(phénomène analogue au dandinement des roues lorsque la barre de direction est mal orientée, voir page 137).

Pour appliquer au véhicule le freinage maximum (la limite est l'adhérence des roues sur le sol) et diminuer l'effort exercé par le conducteur sur la commande de freins, on monte actuellement des freins auto-serreurs, ou des servo-freins, sur la plupart des voitures de tourisme et même sur les poids lourds.

FREIN AUTO-SERREUR DUO-SERVO BENDIX.

Les deux segments B et C (fig. 228) sont articulés sur deux axes montés sur une pièce P; l'ensemble est flottant et muni d'un dispositif de réglage.



Les segments ont chacun une glissière susceptible de coulisser sur l'une des deux butées D et E fixées au plateau de frein.

La came dite came flottante porte deux axes de tourbillonnement des pièces d'appui F et H sur les segments; elle est montée à frottement doux sur un pivot A solidaire à la rotation du doigt de commande actionné par le tringlage de freins.

Fig. 228

Frein auto-serreur duo-servo "Bendix".

Une came L permet de faire le réglage de concentricité des segments.

Fonctionnement : freinage en marche avant. - Lorsque le conducteur exerce un effort sur la commande de freins, l'axe A se déplace vers la gauche, le segment B est appliqué contre le tambour et entraîné dans le mouvement de rotation; il pousse le segment C sur sa butée fixe E; celle-ci devient axe de pivotement de l'ensemble des deux segments. A ce moment C est appuyé fortement contre le tambour, le freinage est alors très énergique puisque l'action du conducteur est renforcée par celle du tambour.

Freinage en marche arrière. - Comme précédemment, l'axe A se déplace vers la gauche dès que le conducteur agit sur la commande de freins. B est appliqué sur le tambour et entraîné dans le mouvement de rotation, il s'appuie sur la butée D qui sert d'axe de pivotement à l'ensemble des deux segments. La pièce F devient alors point fixe et H

pousse le segment C au contact du tambour; enfin ce dernier, entraîné à son tour, agit sur le segment B.

Remarque. - On voit que le segment B est en quelque sorte le servo-moteur de C lors du freinage en marche avant et, inversement, C est le servo-moteur de B en marche arrière, d'où le nom de servo-frein donné quelquefois à cet appareil qui est, en réalité, un frein auto-serreur.

SERVO-FREIN A DÉPRESSION WESTINGHOUSE.

Le servo-frein Westinghouse utilise, au moyen d'un distributeur à diaphragme faisant détenteur, la dépression qui se produit dans le collecteur d'admission du moteur dès que l'on cesse d'agir sur l'accélérateur.

Sous l'effet de cette dépression un piston P (fig. 229) se déplace et, par sa bielle B reliée à la timonerie T, provoque le serrage des segments sur les tambours de freins avec une force proportionnelle à l'effort exercé sur la pédale.

Le guidage du piston est assuré par une tige creuse T, dans laquelle la bielle articulée B peut prendre les diverses inclinaisons demandées par la rotation des leviers L et L'.

Fonctionnement. - En appuyant sur la pédale, le conducteur exerce sur la tige T de commande du distributeur (fig. 230) une traction que le ressort R transmet au diaphragme D par l'intermédiaire de la pièce P. L'intérieur de celle-ci communique toujours avec l'atmosphère par les orifices O; la face supérieure du diaphragme communique de même avec l'atmosphère par les orifices H.

En s'élevant, la collerette inférieure de la pièce P, qui forme siège de soupape, s'applique sur le clapet S' qu'elle entraîne ainsi que la soupape S solidaire de S'. L'ouverture de S met en relation le

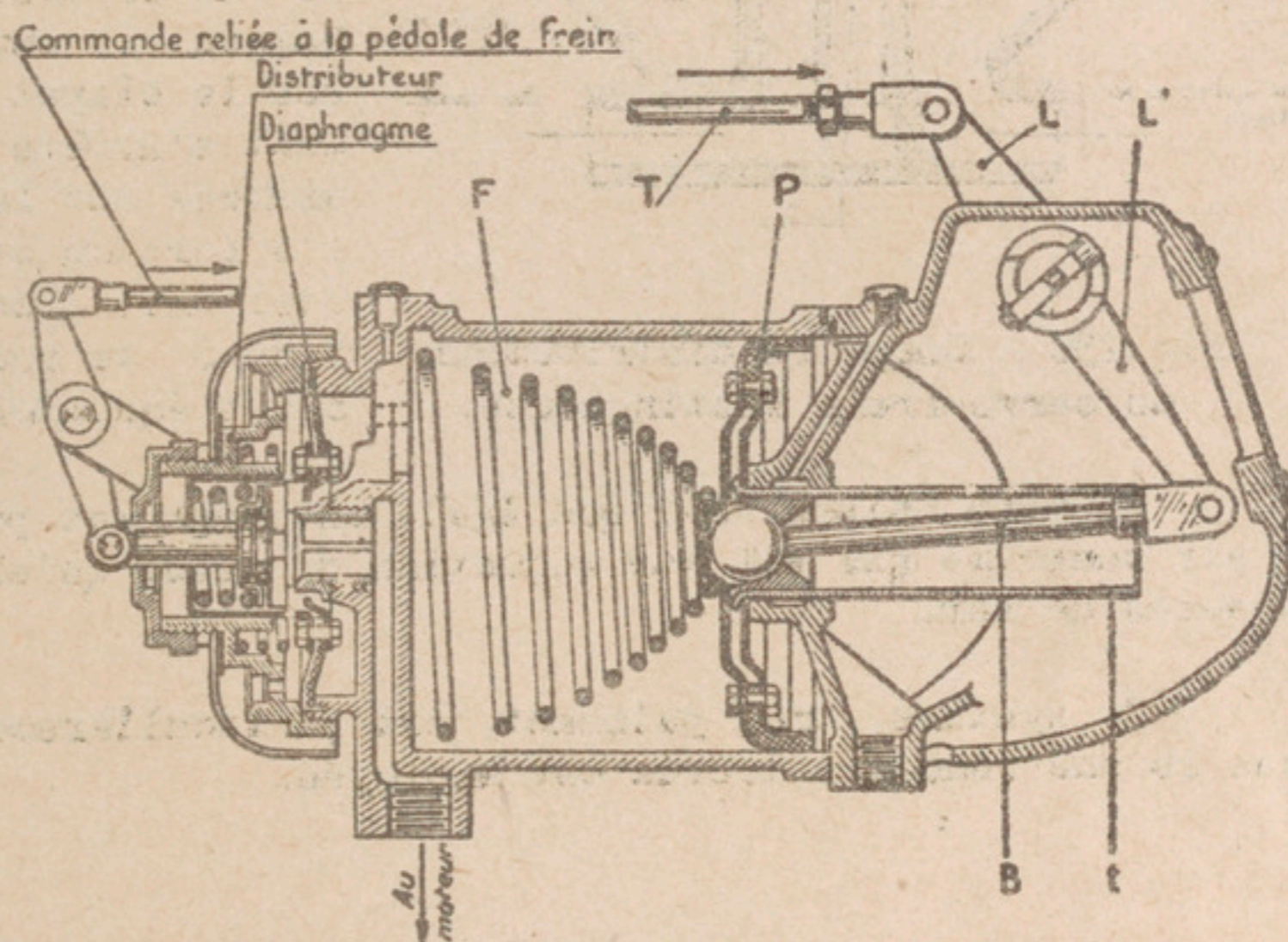


Fig. 229

Coupe du servo-frein à dépression Westinghouse.

collecteur d'admission avec le cylindre-frein F et avec l'espace au-dessous du diaphragme D.

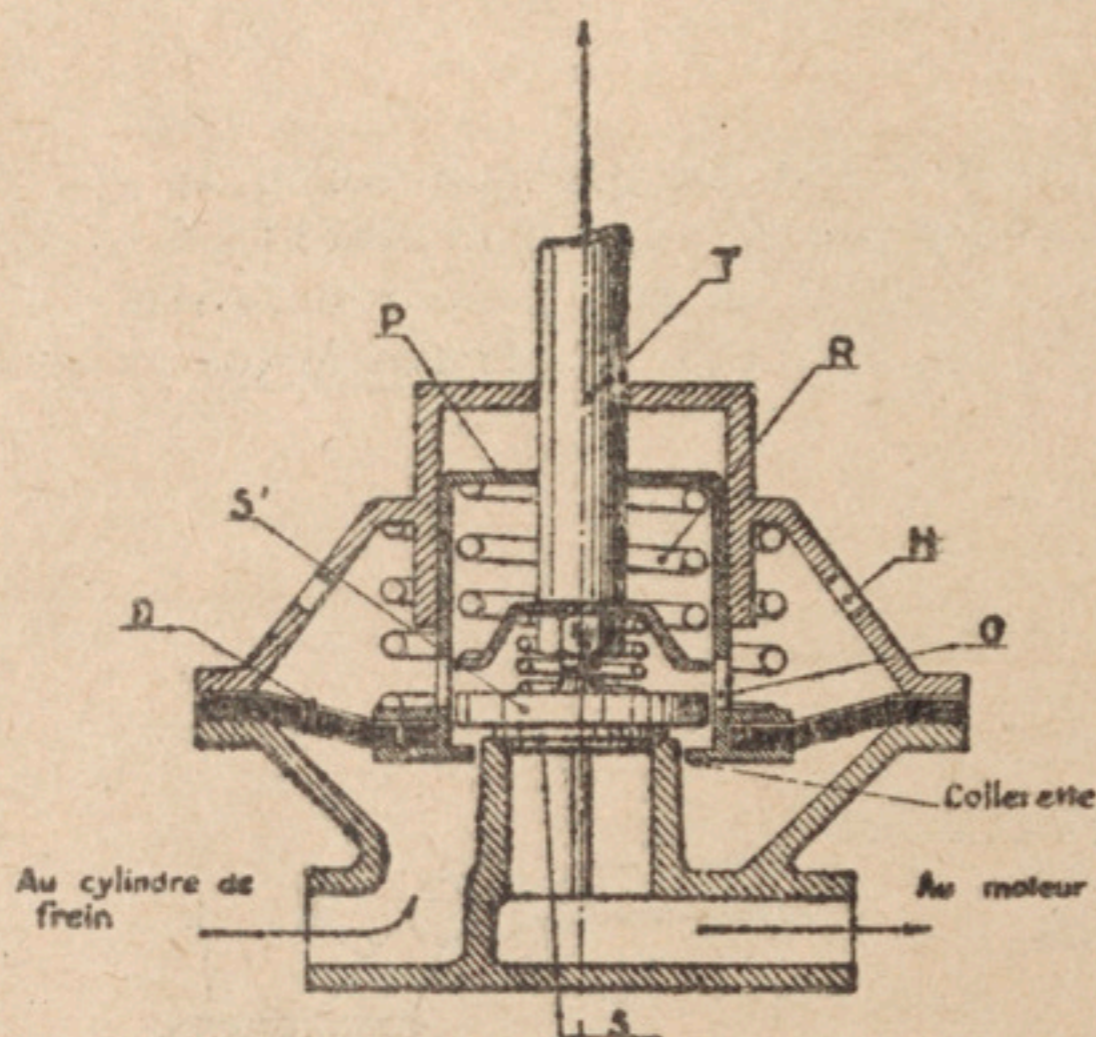


Fig. 230 - Coupe du distributeur du servo-frein Westinghouse.

La dépression agissant sur le piston du cylindre-frein provoque le freinage.

En même temps, la dépression exerce une succion sur le diaphragme de sens contraire à la traction opérée par le conducteur.

Dès que cette succion l'emporte sur la traction, la pièce P s'abaisse, la soupape S se ferme sans que le clapet S' s'ouvre. Le mouvement s'arrête alors et la succion exercée sur le diaphragme équilibre l'effort du conducteur. S'il en était autrement, l'une des soupapes S ou S' se rouvrirait pour permettre à cet équilibre de se rétablir.

La même maison fabrique également pour les poids lourds un frein à air comprimé qui est une réduction de celui qu'elle produit pour les chemins de fer.

Ce système, très puissant, est particulièrement apprécié dans les cas où une remorque lourde est employée.

FREIN-MOTEUR.

Si on lâche l'accélérateur d'un moteur tournant à vitesse normale et embrayé, on constate que la voiture est freinée. Les frottements mécaniques des pièces mobiles absorbent en effet une puissance supérieure à celle que peuvent fournir les explosions correspondant à l'alimentation "papillon fermé". Mais ce procédé est défectueux, parce que la forte dépression à l'aspiration provoque des remontées d'huile dans des chambres de combustion et que le dispositif de ralenti débite, avec certains modèles de carburateurs, un mélange beaucoup trop riche en essence pour cette allure vive du moteur.

On peut, au moment du freinage par le moteur, ouvrir une large prise d'air additionnel dans la tuyauterie d'aspiration : les deux inconvénients ci-dessus disparaissent, mais on perd le temps résistant de l'aspiration et l'effort de freinage diminue; il est de l'ordre du quart de l'effort moteur à pleins gaz au même régime.

Il est possible d'avoir un frein moteur beaucoup plus puissant en obturant de façon hermétique la tuyauterie d'échappement tout en ouvrant

une prise d'air additionnelle sur l'admission (système Westinghouse).

Le moteur se trouve transformé en compresseur d'air et donne un effort résistant qui peut atteindre les deux tiers de l'effort moteur qu'il fournit au même régime en marche normale.

CHAPITRE XXIV

VÉHICULES TOUS-TERRAINS

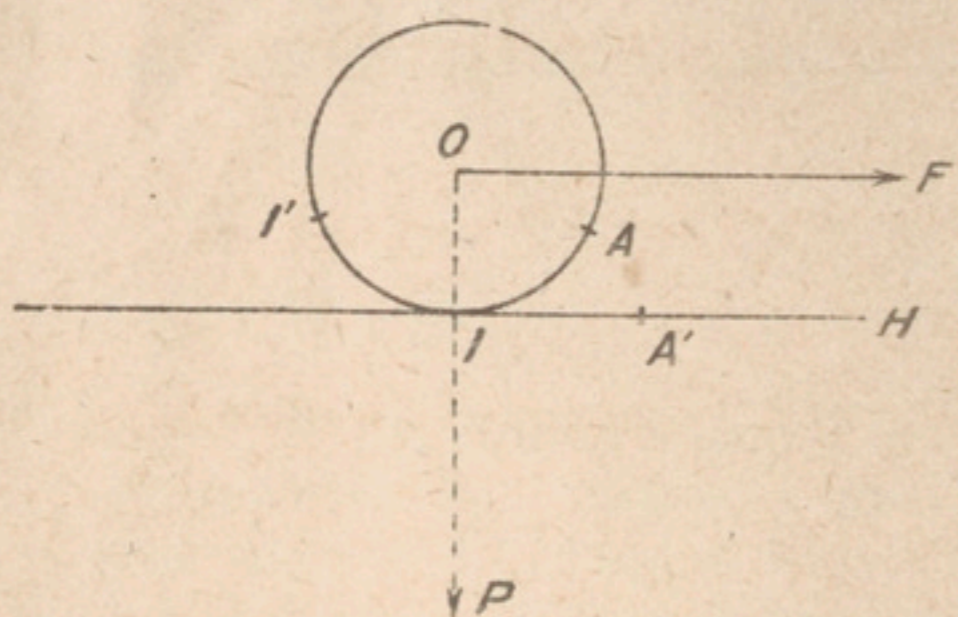
I - GLISSEMENT.

1° - Un point matériel M, exerçant sur un plan H une action normale P et soumis à une force F parallèle au plan H, ne prend de mouvement que si F dépasse une valeur Pf .

f, toujours inférieur à l'unité, dépend uniquement de M et de H et se nomme coefficient de frottement avant glissement.

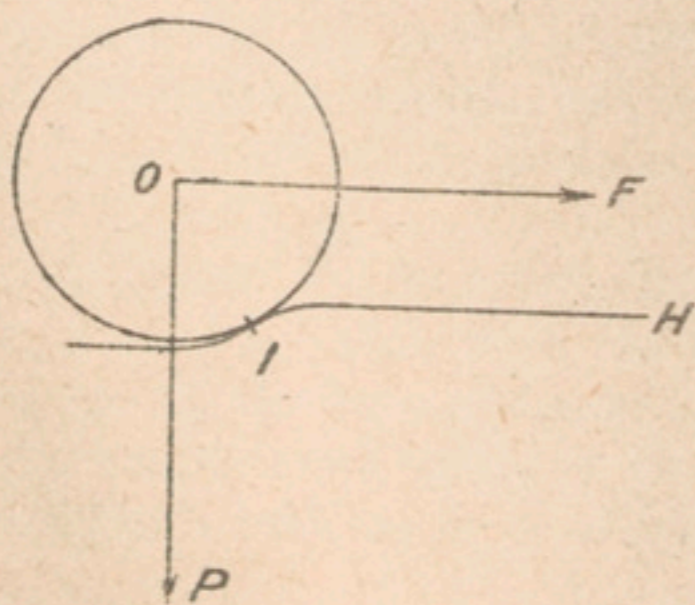
2° - Si M se déplace à la surface de H, il est soumis à une force retardatrice opposée à la vitesse et de valeur Pf' . f' , coefficient de frottement de glissement, est inférieur à f.

II - ROULEMENT - (Traction)



Soit un cylindre exerçant une pression P sur un plan H et soumis à la force F parallèle au plan, et normale aux génératrices du cylindre.

La génératrice I étant fixée au plan par le frottement, l'effet de F sur le cylindre ne peut être qu'une rotation élémentaire autour du point I. On démontre que le point A viendra au contact de H en un point A' tel que $IA' = \text{arc } IA$.



Le cylindre tourne donc autour de O, lequel se déplace sous l'action de F comme si P et H n'existaient pas.

La moindre force F paraît devoir produire le roulement. En réalité celui-ci n'a lieu que si F dépasse une certaine valeur $P\varphi$. (φ toujours très inférieur à f et f') parce que le plan H et le cylindre se déforment toujours sous l'action de P.

Fig. 231

Il n'y a roulement que si le moment de F par rapport à I est plus grand que celui de P .

III - PROPULSION D'UN VÉHICULE AUTOMOBILE - ADHÉRENCE.

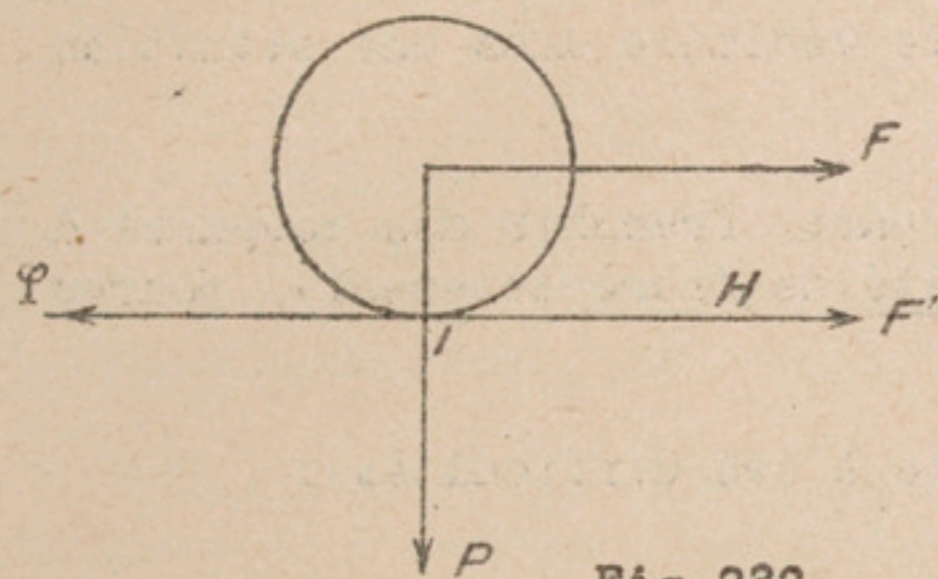


Fig. 232

Le couple moteur appliqué à un essieu est, pour le véhicule, une action intérieure qui, à elle seule, ne peut produire le déplacement.

L'intervention d'une force extérieure au véhicule est nécessaire.

Cette force est celle due au frottement avant glissement.

Soit F , φ le couple appliqué à l'essieu moteur, P la pression exercée par cet essieu sur le sol H .

Tant que φ reste inférieur à Pf , I ne peut glisser.

Cet effet, dû au frottement, peut se traduire par la force F' opposée à φ . Le véhicule est donc soumis à la seule force F et, I ne glissant pas, la roue roule sur le plan H .

La valeur utile maxima de l'effort moteur à la jante de la roue est donc Pf et se nomme adhérence.

Il n'y aura d'autre part roulement que si l'effort moteur est supérieur à la résistance au roulement.

Si celle-ci est supérieure à l'adhérence, il n'y aura pas mouvement du véhicule, quel que soit l'effort moteur.

IV - PROGRESSION EN TERRAINS VARIÉS -

1° - Terrains meubles ou inconsistants.

Ces terrains ne peuvent être assimilés à un plan rigide qu'autant que la pression unitaire

$$\frac{\text{Poids total}}{\text{Surface de contact}}$$

reste inférieure à une valeur qui dépend de la nature du terrain.

Lorsque les organes porteurs enfoncent dans le sol, la résistance au roulement croît d'une manière considérable, et généralement le coefficient f diminue.

2°- Obstacles.

Le franchissement des obstacles en relief consomme une énergie ascensionnelle très mal récupérée après le dépassement. La perte est d'autant plus forte que la distance du centre de gravité du véhicule au plan moyen varie davantage.

Certains obstacles peuvent mettre le véhicule dans une situation d'arc-boutement ou de coincement.

Le véhicule ne pourra pas, d'autre part, franchir des coupures à bords francs d'une largeur donnée (capacité de franchissement), pourvu qu'elles soient suffisamment profondes.

Sur les véhicules à roues, on pallie à ces difficultés :

1°- en utilisant des bandages suffisamment larges, des essieux porteurs nombreux (diminution de la pression unitaire);

2°- en munissant les bandages de nervures extérieures (augmentation de f).

3°- en utilisant toute l'adhérence du véhicule : les essieux porteurs sont tous moteurs.

Bien entendu, la transmission de l'effort moteur doit comporter une démultiplication suffisante;

4°- en employant des roues de grand diamètre, pour atténuer les effets des obstacles et augmenter la capacité de franchissement.

V - TRACTEURS A ROUES.

Lorsque le véhicule doit traîner de lourdes remorques et circuler sur mauvais terrains, il faut augmenter considérablement son adhérence, qui est le point faible dès que le temps devient pluvieux.

Pour augmenter A , on pourra donc :

Augmenter P , poids adhérent :

1°- en alourdissant le tracteur (7 à 9 tonnes), ce qui oblige en même temps à augmenter le diamètre des roues et la largeur de leur jante, pour éviter l'enfoncement en terrain mou;

2°- En utilisant l'adhérence des deux essieux, que l'on rend tous deux moteurs.

Augmenter f par différents moyens qui agissent sur la roue (chaînes, cingoli) ou sur le sol (paillassons) quand le sol est mouillé ou glissant.

PARTICULARITÉS DES TRACTEURS A QUATRE ROUES MOTRICES.

Le moteur est puissant, parce que le véhicule est lourd et lent, ce qui augmente le nombre des engrenages démultiplicateurs. Il développe une cinquantaine de C. V. Le refroidissement en est particulièrement étudié pour permettre la marche à allure très lente ou au cabestan.

La boîte de vitesse comporte au moins quatre combinaisons, parfois cinq ou six, de manière à permettre au moteur de conserver dans toutes les conditions d'emploi un régime convenable et suffisamment économique.

Un levier supplémentaire commande l'entraînement au moteur d'un cabestan ou d'un treuil; il y a généralement deux vitesses d'entraînement.

La transmission est toujours à Cardans, organes plus robustes et moins exposés aux obstacles que les chaînes.

Les quatre roues motrices obligeraient à avoir trois différentiels : un sur chaque train de roues avant et arrière, et un autre entre les deux trains, parce que les quatre vitesses de rotation des roues sont toutes différentes en virage (fig. 233).

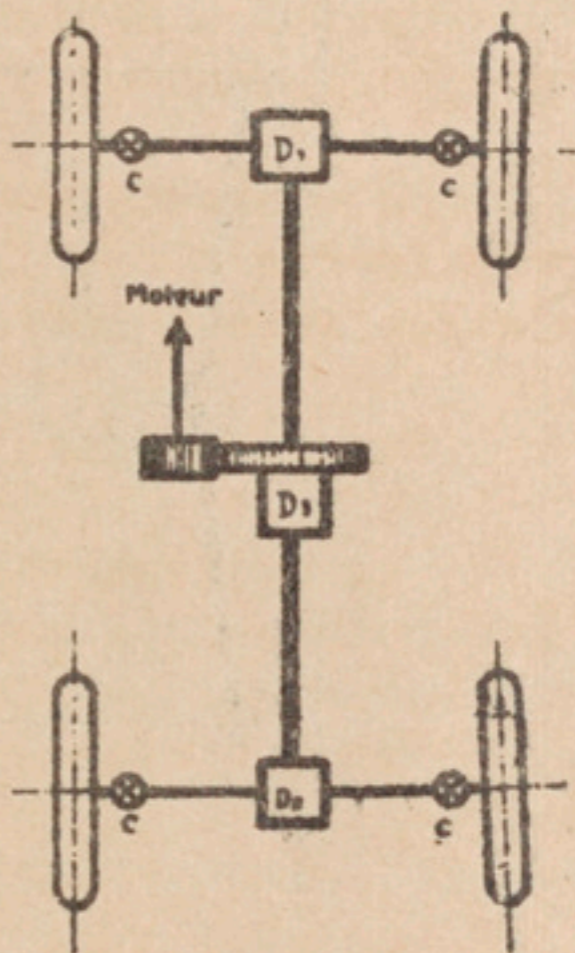


Fig. 233 - Transmission à trois différentiels.

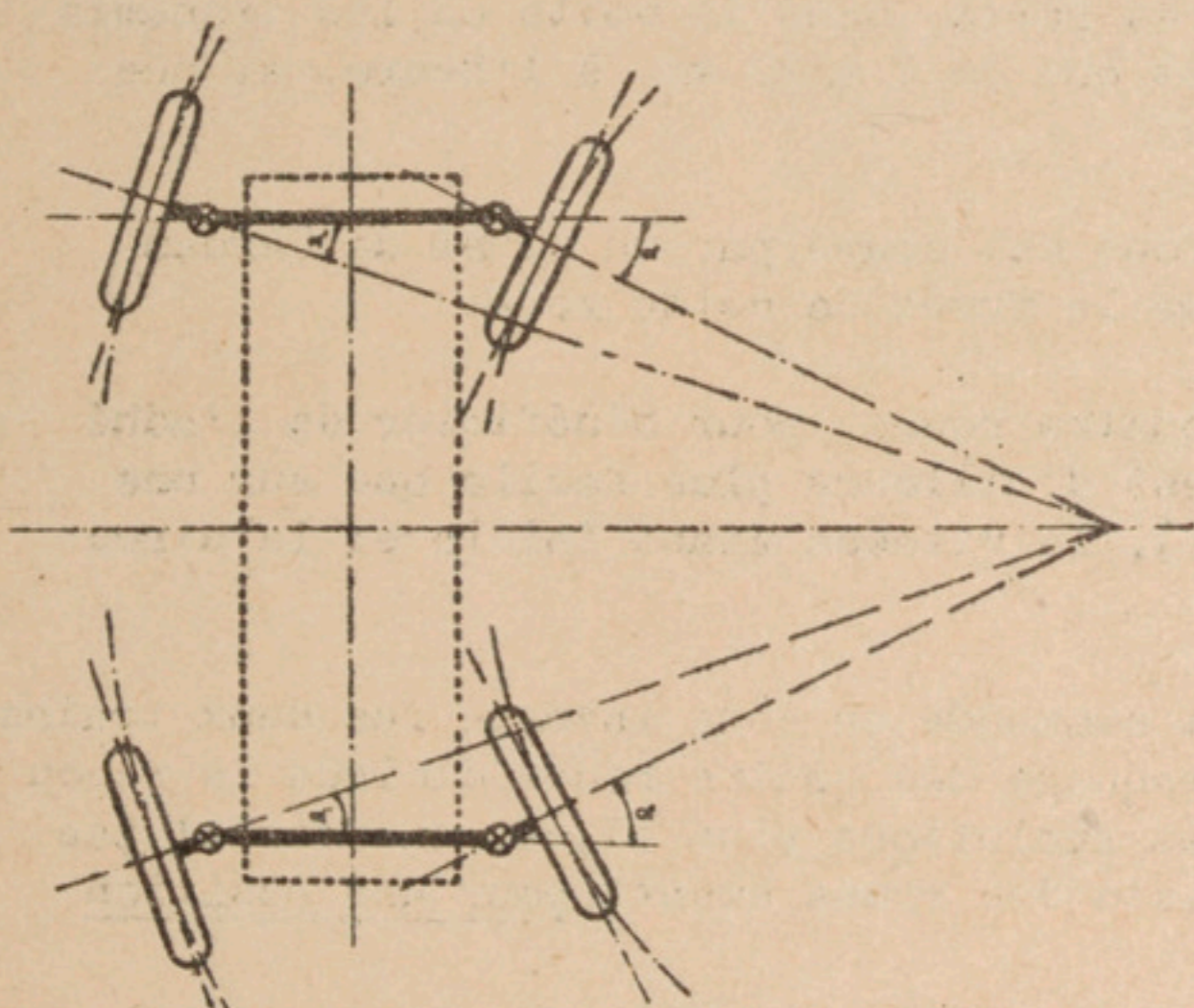


Fig 234

On peut réduire ce nombre en rendant les quatre roues directrices, à condition que l'angle de braquage soit le même respectivement pour les roues de droite et les roues de gauche (fig. 234). Dans ces conditions, les roues intérieures décrivent un même cercle en virage, et tournent à la même vitesse angulaire : il en est de même pour les roues extérieures. On pourra donc commander les deux roues de chaque flanc par un demi-arbre unique sans interposer de différentiel entre elles; un seul différentiel sera nécessaire entre le train droit et le train gauche (fig. 235) (Panhard).

Mais l'établissement des liaisons mécaniques entre les roues et

le différentiel central est compliqué. La plupart des constructeurs préfèrent placer un différentiel sur chaque essieu, et en commander les coquilles par une transmission double reliée à la boîte (fig.236) (Renault, Latil T.A.R., Jeffery).

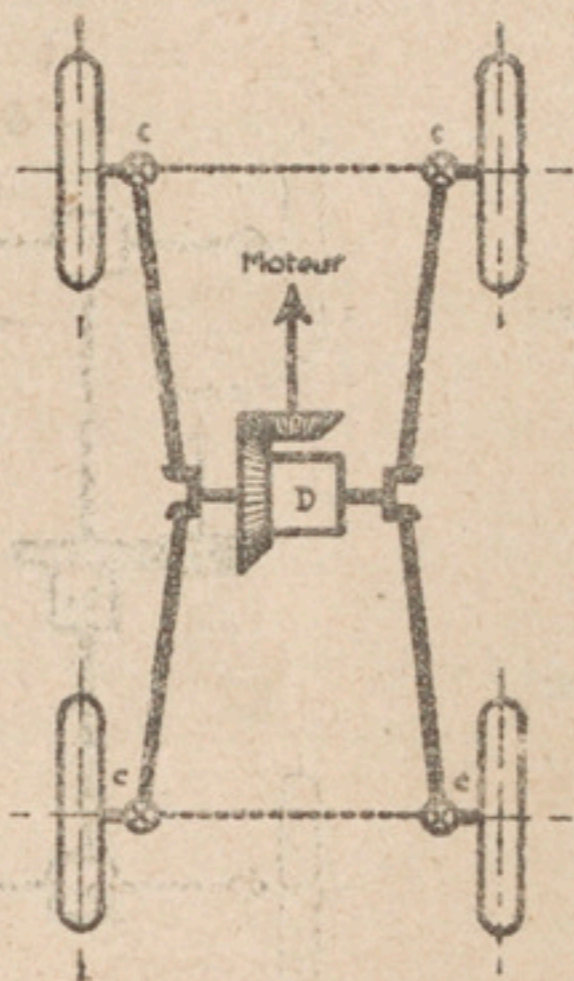


Fig.235

Transmission à un différentiel.

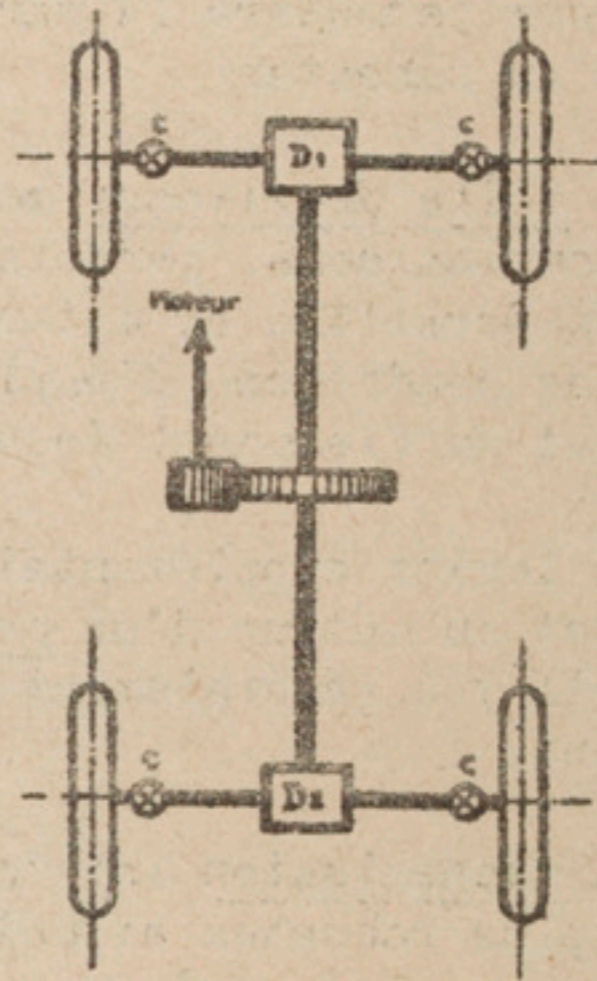


Fig.236

Transmission à deux différentiels.

Les différentiels sont munis d'un dispositif de blocage (voir page 114).

La démultiplication est très forte, dans la boîte ou les transmissions, parce que la vitesse n'est que de 2 à 20 km. à l'heure, et que les roues sont de grand diamètre.

L'arbre moteur de chaque roue est coupé par un joint de Cardan centré sur l'axe de pivotement de la fusée de cette roue.

Le freinage agit sur les quatre roues, pour bénéficier de l'adhérence totale; son organisation est d'ailleurs plus facile que sur une voiture de tourisme (voir p. 141), la vitesse étant faible et la direction tout à fait irréversible.

La direction est double et commande en sens inverse les deux trains de roues avant et arrière. Le braquage des quatre roues diminue le rayon de virage du tracteur et rend ses évolutions plus aisées en faisant passer les roues arrière dans la piste des roues avant (pour une position de braquage donnée).

La suspension et le châssis sont très robustes, le poids important peu.

Le tracteur possède un crochet d'attelage à l'arrière, des crochets à l'avant pour la marche en tandem; il emporte avec lui des chaînes antidérapantes, des paillasons que l'on place sous les roues pour éviter

l'enfoncement en terrain mou, des cales de roues, des cordages et poulies pour la traction au cabestan.

Dans certaines circonstances, l'adhérence se réduira à celle d'un seul essieu, malgré la présence de 4 roues motrices.

On a été ainsi conduit à la conception d'un chemin de roulement interposé entre le sol et le véhicule, mis en place par celui-ci et relevé après son passage.

Ce chemin de roulement est réalisé au moyen de deux chaînes sans fin appelées chenilles.

VI - CHEMINS DE ROULEMENT - ORGANES PORTEURS.

Une chenille se compose de patins de forme rectangulaire qui sont munis, sur leurs faces intérieures, de nervures longitudinales parallèles formant rails.

Les rails de deux patins consécutifs emboîtent partiellement les uns dans les autres.

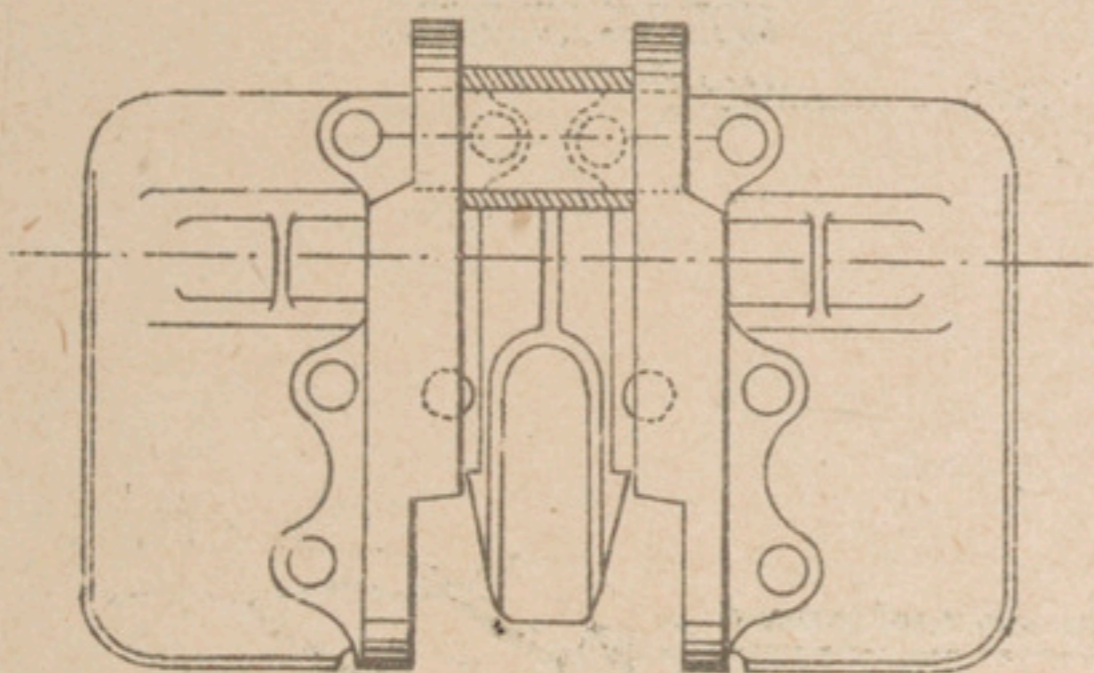


Fig. 237

L'extrémité mâle d'un patin comporte un tube entretoise dans lequel se place un axe solidaire de l'autre patin.

Les deux patins sont donc articulés autour d'un axe horizontal.

La face extérieure des patins porte des nervures permettant en terrains mous un certain ancrage de la chenille dans le sol.

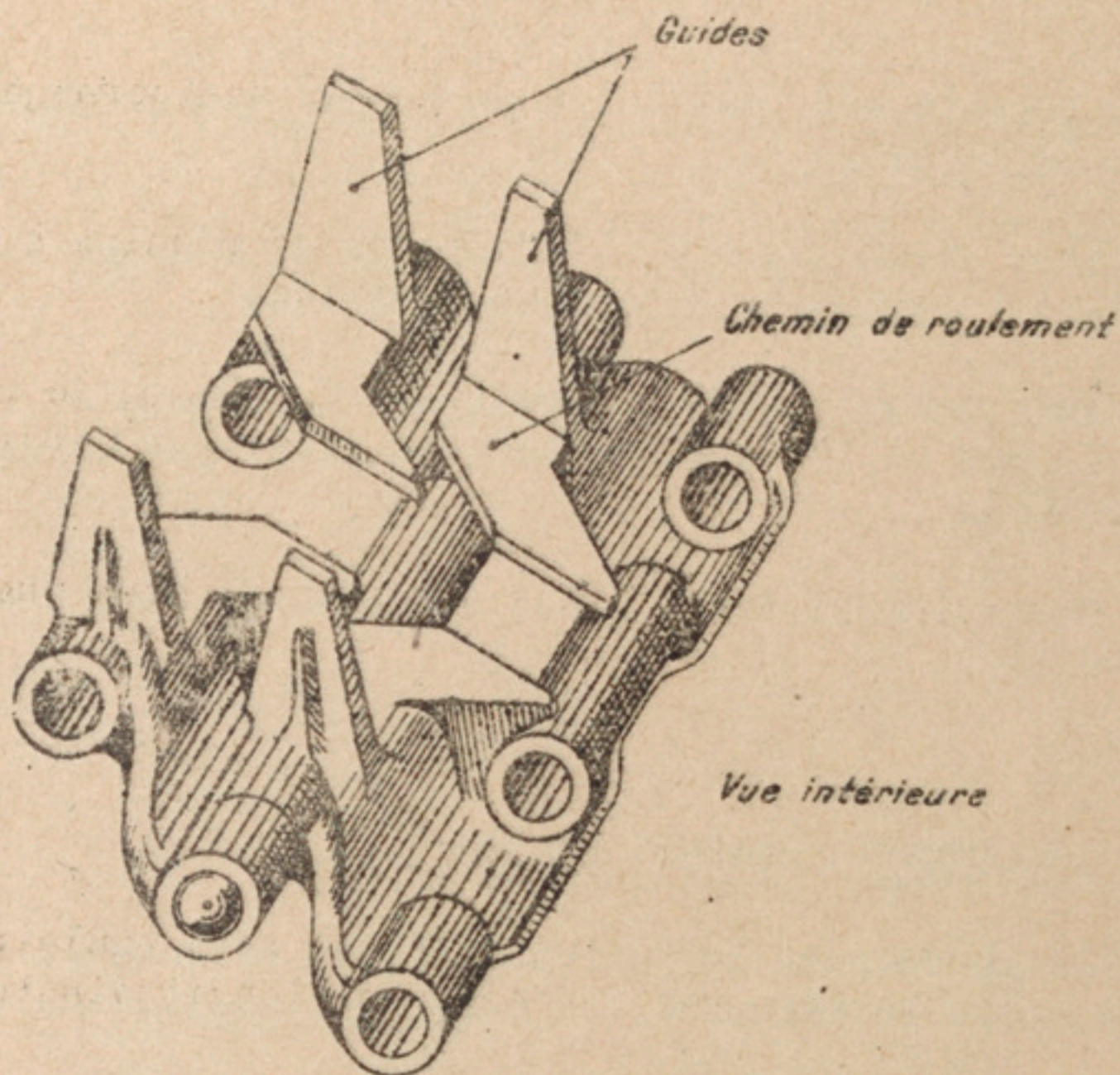
Sur la voie constituée par les deux rails, reposent des roues pleines appelées galets.

Les galets sont munis de boudins les maintenant sur la voie.

Les galets d'une même chaîne, réunis par 2, 4, 6 ou 8, forment un truck ou chariot.

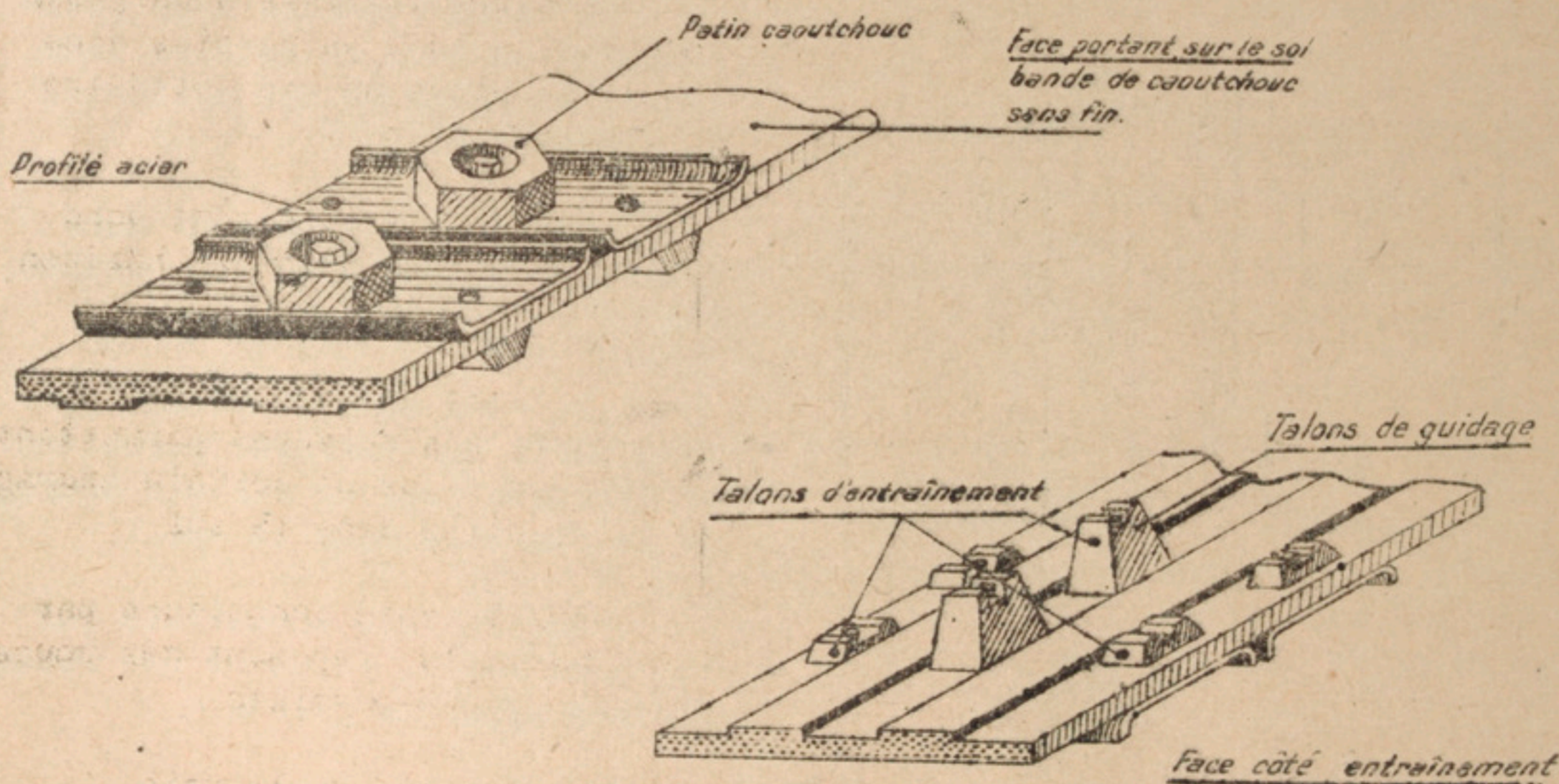
Sur les chariots repose le châssis.

Les chenilles pour véhicules légers comportent également des patins articulés, des chemins de roulements. Le guidage des galets est presque toujours assuré par la chenille.



Patin de Chenillette Renault

Fig. 238



Chenille Kegresse (montage des pièces).

Fig. 239

Progression du véhicule à chenilles -

Elle est assurée sur chaque chenille par une roue dentée (barbotin) entraînée par le moteur et généralement placée à l'arrière du châssis. Les dents du barbotin prennent appui sur les axes des patins, grâce à la tension de la chaîne.

A l'autre extrémité du châssis, une roue folle, ou poulie, assure le renvoi de la chenille. La position de cette poulie est réglable de manière à modifier la tension de la chaîne.

A la partie supérieure du châssis se trouvent des rouleaux qui facilitent le mouvement de la chenille entre le barbotin et la poulie de renvoi.

Certains de ces rouleaux sont appliqués contre la chenille par un ressort et assurent une certaine constance de la tension lorsque la suspension entre en action.

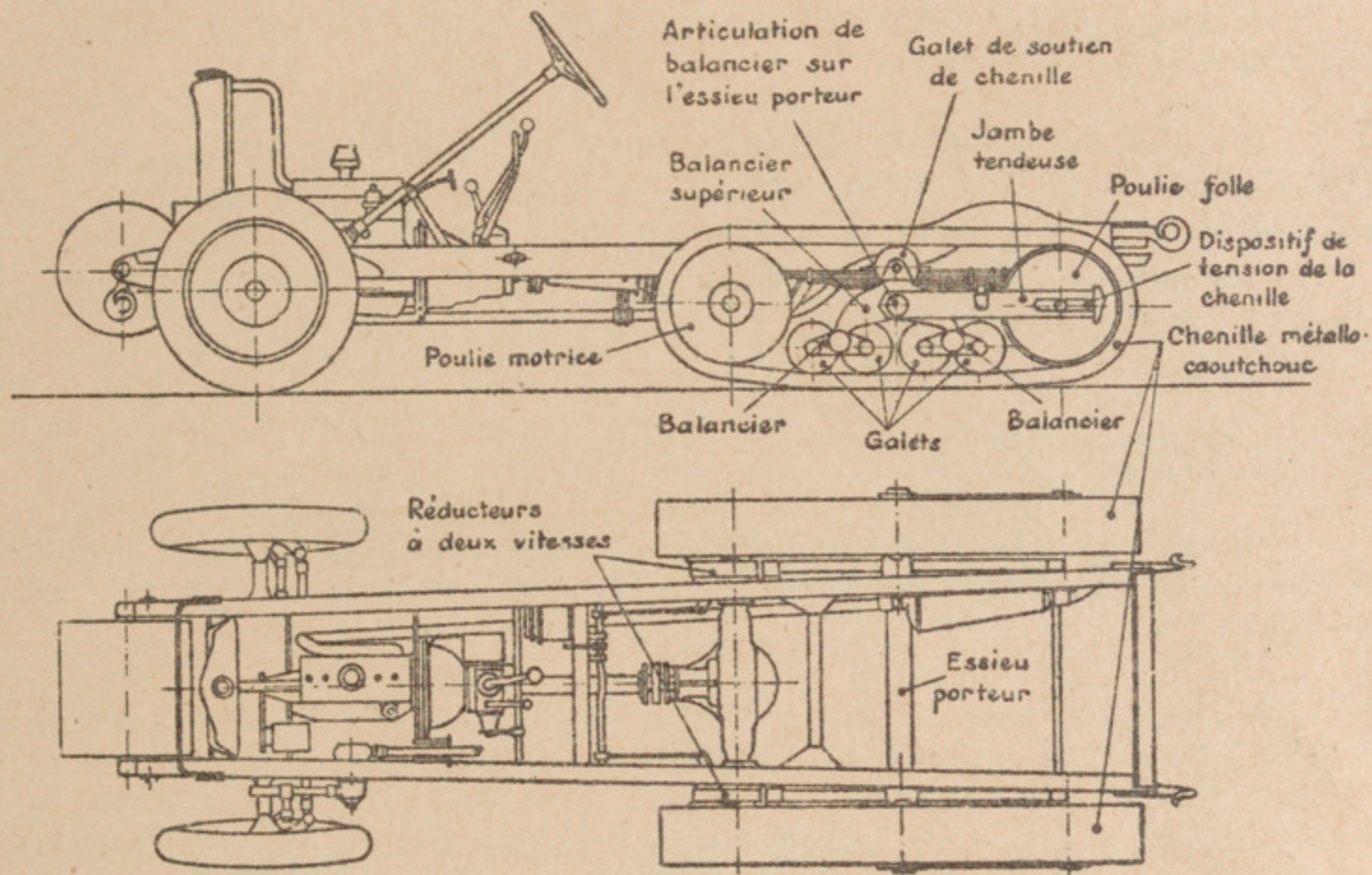


Fig. 240

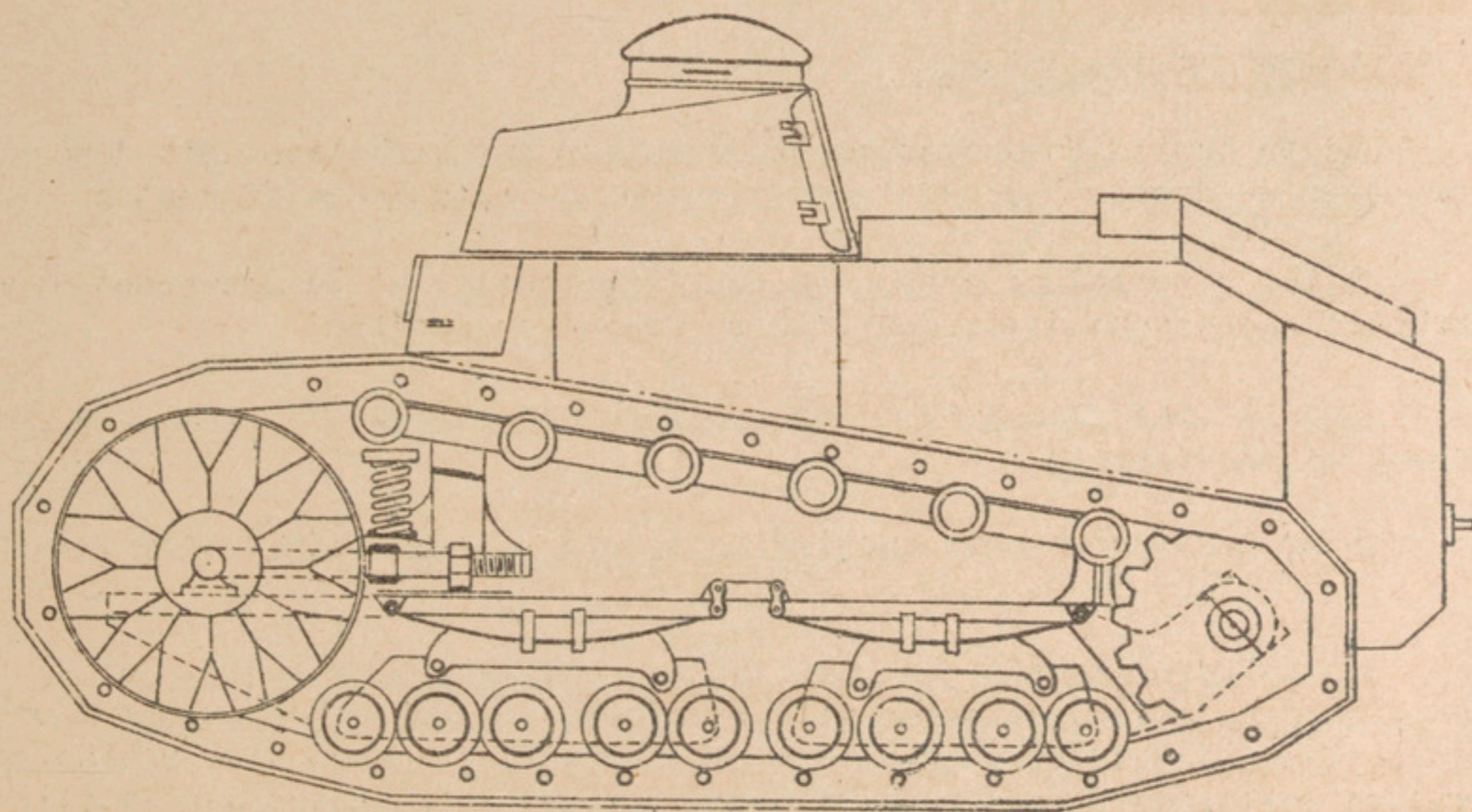


Fig. 241

Suspension -

La suspension comporte entre les chariots des deux chaînes, pour assurer la constance de leur écartement horizontal, des liaisons transversales qui doivent permettre leurs déplacements verticaux. Ces liaisons sont généralement assurées par l'intermédiaire du châssis.

A cet effet, les chariots sont souvent reliés au châssis au moyen de ressorts à boudins ou à lames, par l'intermédiaire d'un longeron qui supporte la caisse.

Celle-ci pivote autour d'une extrémité du longeron. Leurs autres liaisons sont élastiques.

Des galets-tendeurs guides, entre le barbotin et le dernier chariot, entre la poulie de renvoi et le premier chariot, assurent le guidage de la chaîne et la constance de la voie.

La suspension d'un véhicule tous terrains comporte un système d'amortisseurs souvent hydrauliques.

Direction -

Si les vitesses de développement des chenilles sur le terrain sont inégales, on obtient un virage, moyennant un certain ripage des patins au contact du sol.

En bloquant une des chenilles, le virage pourra se faire autour d'un axe vertical situé dans le plan de la chenille bloquée.

Certains véhicules légers sont également dotés de roues directrices.

Moteur et transmission -

La transmission du mouvement du moteur aux barbotins doit donc permettre de donner à ceux-ci des vitesses de rotation différentes.

Elle comporte par conséquent un différentiel et le mouvement d'un barbotin quelconque doit pouvoir être freiné ou accéléré.

Dans le char Renault Ft, chaque barbotin possède un système de débrayage et de freinage.

La transmission peut aussi être assurée par un différentiel asservi.

Un tel différentiel comporte des satellites à doubles pignons. Les pignons extérieurs engrènent sur d'autres pignons tournant fou sur les demi-arbres du différentiel et solidaires des tambours de freins. En agissant sur l'un de ces tambours, on provoque la rotation des satellites. Il en résulte des vitesses de rotation différentes des demi-arbres.

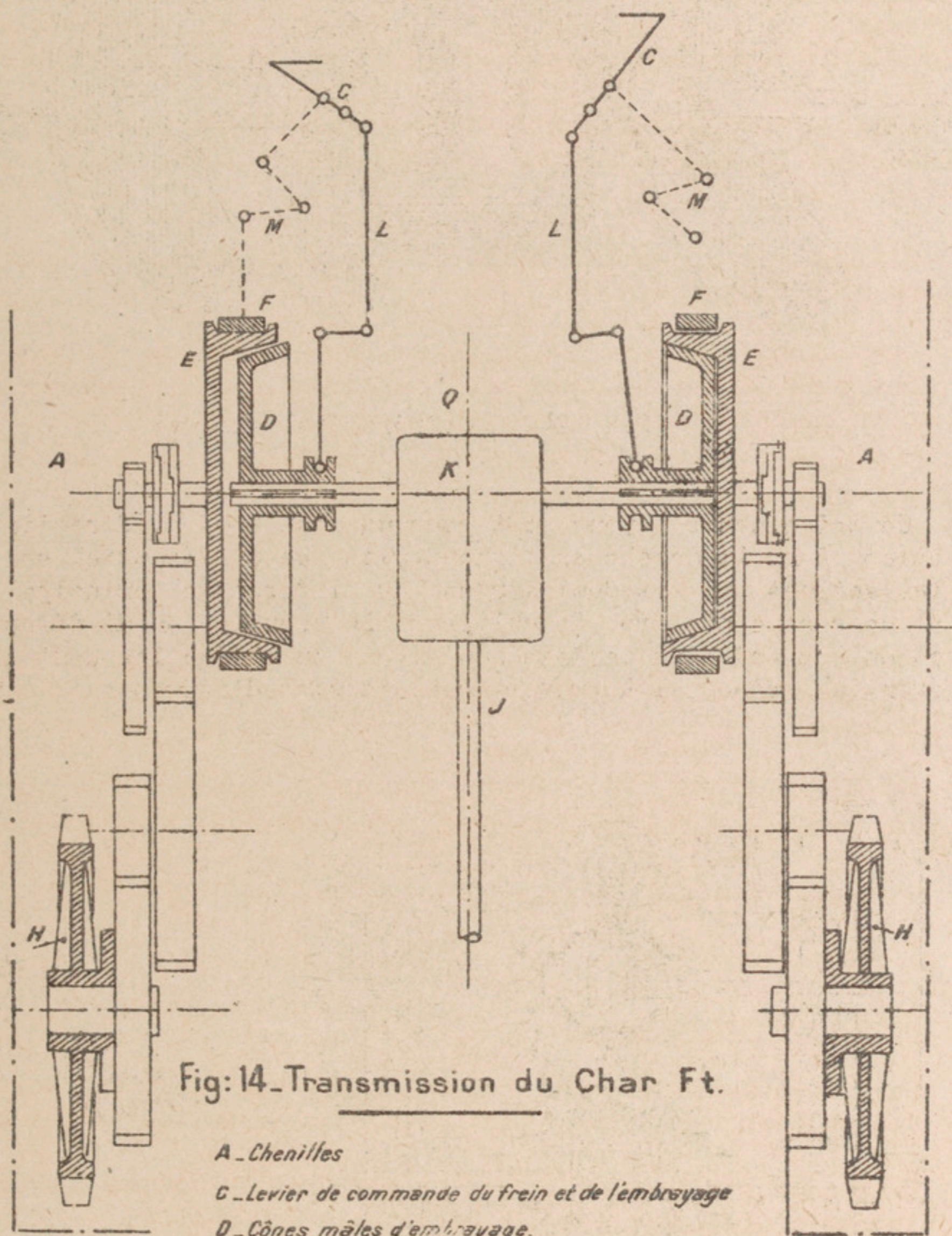


Fig: 14 - Transmission du Char Ft.

- A - Chenilles
- C - Levier de commande du frein et de l'embrayage
- D - Cônes mâles d'embrayage.
- E - _____ femelles _____ et poulie de frein.
- F - Mâchoires de frein
- H - Barbotins
- J - Arbre moteur
- L - Commande d'embrayage
- M - _____ de frein
- K - Boîte de vitesses.

Fig. 242 - Transmission du Char Ft.

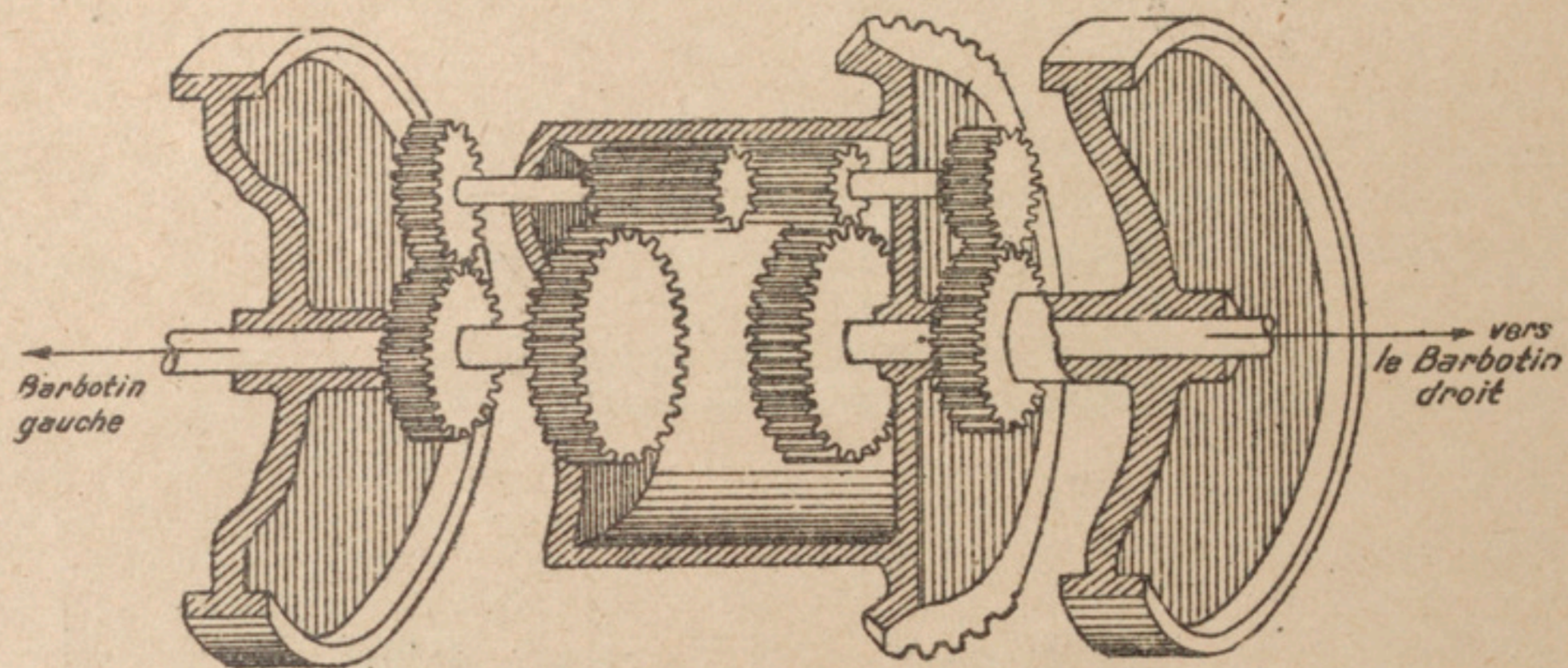


Fig. 243 - Différentiel asservi.

Certains chars moyens sont pourvus d'un 2^{ème} différentiel, dit de direction. Dans la marche en ligne droite, ce différentiel est immobile, car les actions sur ses demi-arbres du différentiel principal sont égales et de sens contraire. En obligeant la coquille du différentiel de direction à prendre un certain mouvement, on oblige les demi-arbres du différentiel principal à prendre des vitesses différentes.

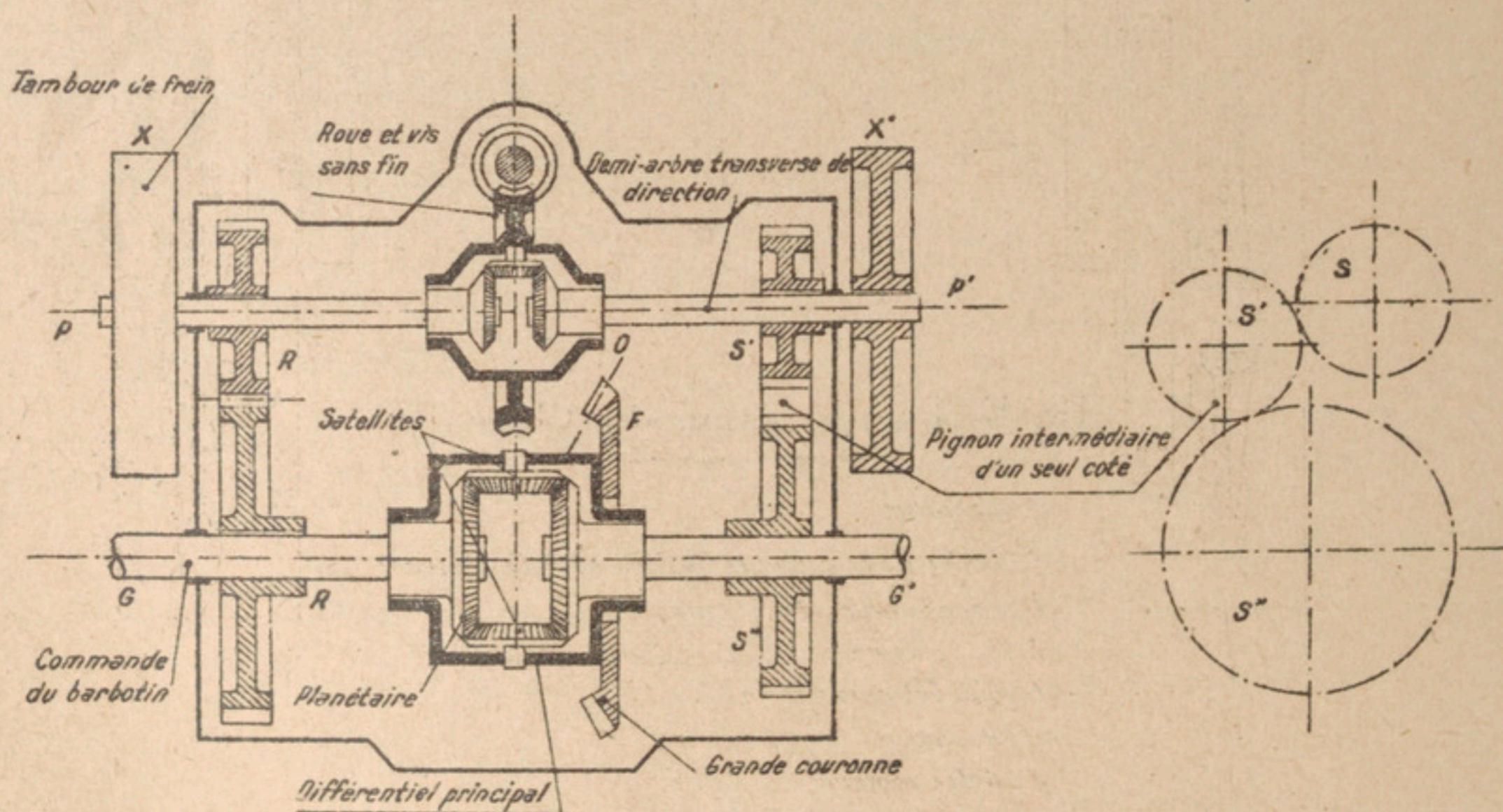


Fig. 244 - Différentiel de direction.

La boîte de vitesses doit procurer une grande variété d'allures; elle comporte de quatre à six vitesses et une marche arrière. La

démultiplication fournie étant généralement insuffisante, entre chaque embrayage latéral et le barbotin, on interpose généralement un organe démultiplicateur, appelé réducteur de vitesse.

Les véhicules rapides comportent, pour les allures vives, une vitesse dite surmultipliée.

Le moteur d'un véhicule tous-terrains, à cause des variations brusques de régime qui lui sont imposées, doit être capable de fonctionner avec un rendement satisfaisant à des vitesses de rotation très différentes (moteurs souples).

L'alimentation doit être prévue pour des pentes fortes.

Sur les véhicules de grandes dimensions, la souplesse est obtenue au moyen d'une transmission électrique.

Le moteur thermique, tournant à sa vitesse optima, entraîne des dynamos. Chaque barbotin est mû par un moteur électrique apte à fournir un couple moteur quelconque.

La manoeuvre du véhicule atteint alors le maximum de simplicité.

CHAPITRE XXV

MOTOCYCLETTE, CYCLECARS

On peut concevoir deux sortes d'engins automobiles à deux roues :

La bicyclette à moteur, simple vélo à peine renforcé auquel un moteur auxiliaire de très petite cylindrée (125 cm³ au maximum) donne une vitesse moyenne de l'ordre de celle d'un bon cycliste (15 à 20 km. à l'heure); le groupe moteur pèse une dizaine de kilogrammes au total et attaque directement la roue le plus souvent sans débrayage ni changement de vitesse.

La motocyclette proprement dite, capable de fournir des moyennes comparables à celles des voitures de tourisme (60 à 90 km. à l'heure), par conséquent munie d'un moteur assez puissant (250 à 1.500 cm³ de cylindrée), d'un bâti robuste, et de la plupart des organes d'une voiture; machine lourde, pesant de 100 à 200 kg., et souvent attelée d'un side-car.

Les particularités de construction de la motocyclette susceptible d'être employée dans l'armée pour la liaison rapide, seule ou avec side-car, sont étudiées ci-après :

CADRE.

Le châssis ou cadre de la moto doit être léger et très rigide, surtout transversalement. On le fait généralement en tubes d'acier étirés, travaillant droits, et assemblés par des raccords goupillés, brasés ou soudés à l'autogène. La forme d'ensemble comprend deux triangles A B C, B C D (fig. 245). Le tube de direction est monté au sommet A, le moteur en C, le moyeu arrière en D. Un tube secondaire A'B double généralement le tube supérieur. Le raccord en C se fait souvent par l'intermédiaire du carter moteur.

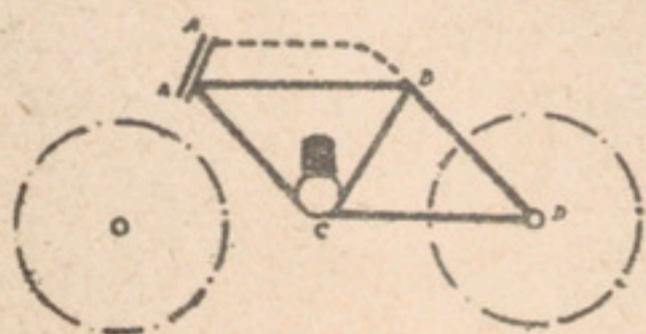


Fig. 245

MOTEUR.....

MOTEUR.

Le moteur est à un ou deux cylindres. Le deux cylindres en V (à 45°) est très employé parce qu'il se loge bien dans le cadre. Le vilebrequin n'a qu'un maneton, les cylindres sont calés à 45° ou à 405° ; la seconde solution complique la distribution, mais donne un couple moteur beaucoup plus régulier.

L'allumage est spécial pour le deux cylindres en V. Si l'angle du V est de 45° , par exemple, les deux explosions se succéderont soit à 45° , soit à $45^\circ + 360^\circ$ ou 405° . L'écart entre les deux maxima de courant que donne une magnéto est toujours de 180° ; il faudra donc que l'induit tourne, dans le premier cas, de 180° quand le vilebrequin tourne de 45° , c'est-à-dire que la magnéto tourne quatre fois plus vite que le moteur; un raisonnement analogue montrerait que la magnéto devrait tourner deux fois et quart moins vite que le moteur dans le cas de calage à 405° . Pour éviter, dans le premier cas, une vitesse de rotation exagérée de l'induit et les nombreuses étincelles parasites qui en résulteraient, et dans le deuxième cas l'obtention d'étincelles peu chaudes, on fait tourner dans les deux cas l'induit à demi-vitesse du moteur et le courant est coupé systématiquement en dehors du maximum : soit deux fois dans la même demi-période et pas du tout dans la suivante (calage à 45° , fig. 246, montage très rare), soit avant le maximum d'une demi-période, après celui de la suivante, et ainsi de suite (calage à 405° , fig. 247); les ruptures sont alors séparées alternativement par 405° et 315° .

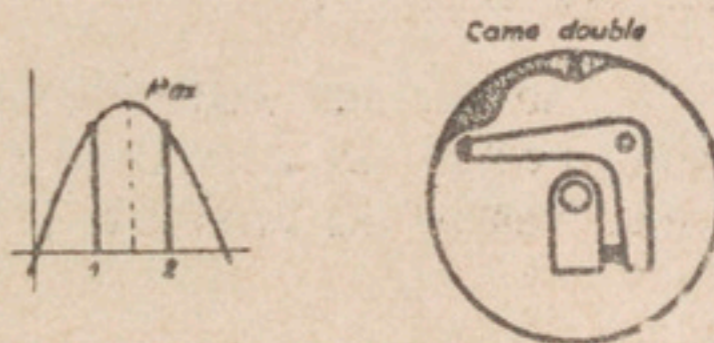


Fig. 246 - Deux cylindres calés à 45° .

Il est évident que cet artifice exige une magnéto plus puissante.

Le graissage est souvent commandé par une simple pompe à main.

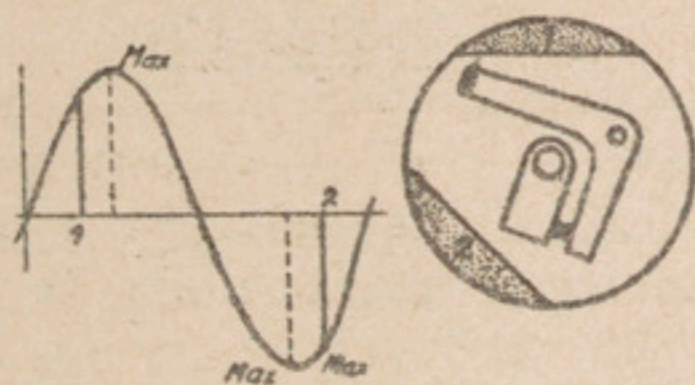


Fig. 247 - Deux cylindres calés à 405°

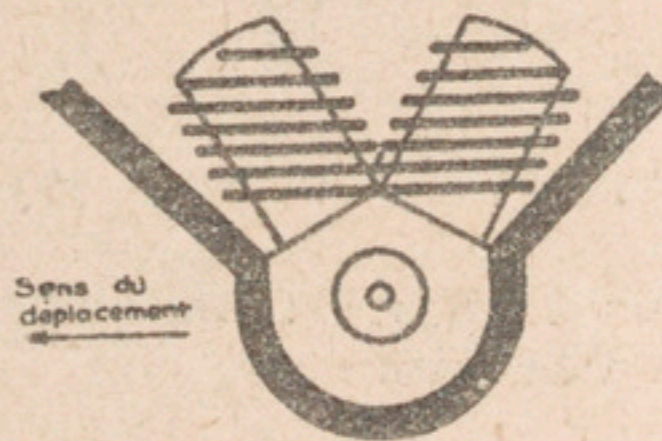


Fig. 248

Le refroidissement est presque toujours direct, les cylindres et les culasses portent des ailettes convenablement orientées (fig. 248); l'échange de chaleur exige le déplacement relatif de la motocyclette

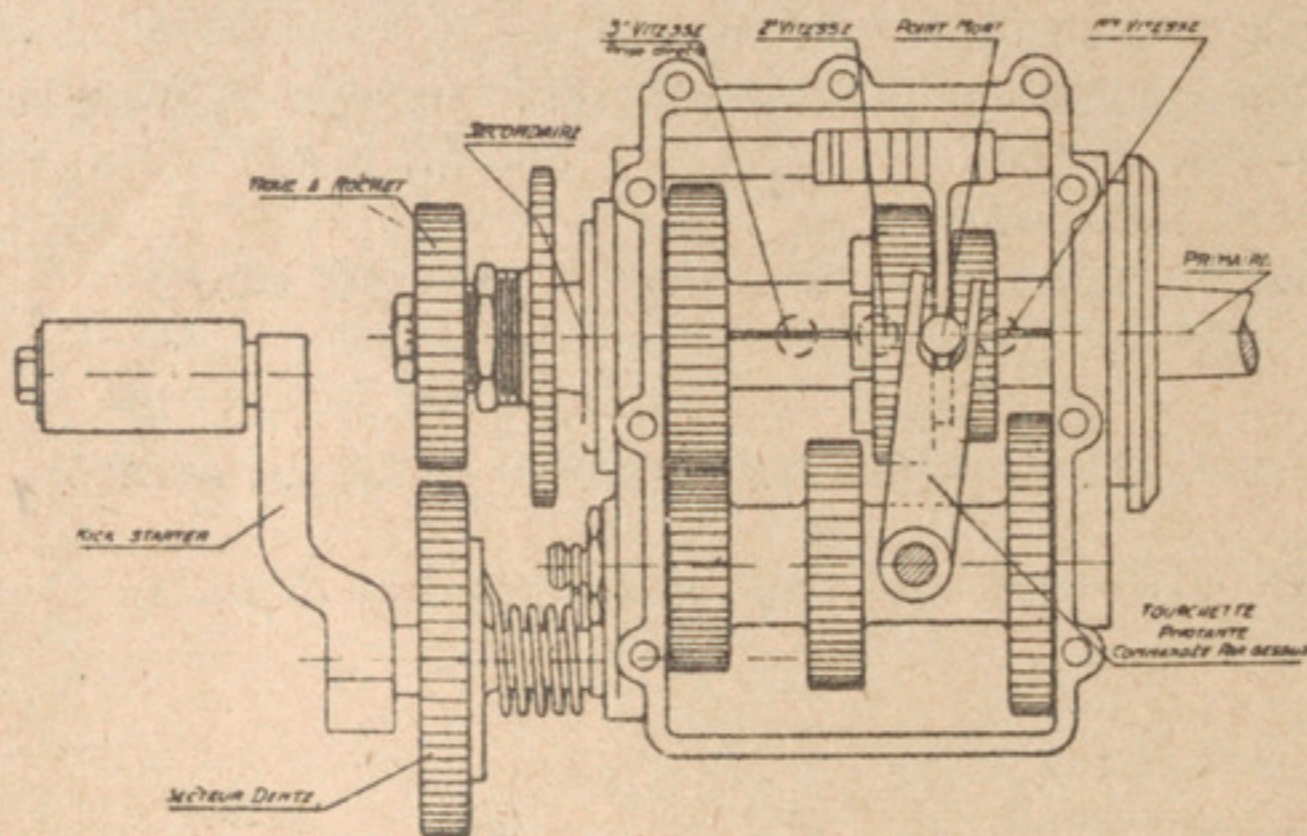
par rapport à l'air ambiant; le moteur chauffera donc au point fixe et dans la marche avec vent arrière.

Le moteur à deux temps a été très employé sur la motocyclette de faible puissance, en raison de sa simplicité et du gain de poids qu'il permet. L'augmentation sensible de sa consommation en essence et surtout en huile lui fait actuellement perdre du terrain au profit du quatre temps.

Les moteurs modernes de motocyclette tournent très vite, de 2.000 à 6.000 tours-minute; cette vitesse est permise par le faible poids de leurs pistons et bielles et leur donne une puissance spécifique élevée; mais il en résulte une tendance à l'échauffement, surtout sur les deux temps.

TRANSMISSION.

Le moteur est accouplé, presque toujours par chaîne, au primaire d'une boîte de vitesses à engrenages, à deux ou trois vitesses, analogue à une boîte de voiture (fig.249). Le primaire est coupé par un embrayage à disques; sur beaucoup de boîtes, le secondaire est concentrique au primaire, parce que les liaisons de la boîte avec le moteur et avec la roue se trouvent du même côté.



Le secondaire est relié à la roue arrière par une chaîne.

SUSPENSION.

Il est indispensable de munir la roue avant d'un dispositif de suspension, amortissant les réactions sur le guidon de direction.

Ce dispositif permet un déplacement de la fourche avant parallèlement au manchon de direction (fourche coulissante, fig.250).

La roue arrière est beaucoup plus compliquée à suspendre, parce qu'elle est motrice; il faut conserver la rigidité transversale et la tension constante de l'organe de transmission (chaîne). On réalise la suspension arrière en articulant la fourche C D supportant la roue sur un axe d'oscillation C solidaire du cadre et en montant l'autre extrémité D avec interposition de ressorts de suspension (fig.251).

Beaucoup de motocyclette légères ne sont suspendues à l'arrière que par le pneumatique; il y a grand intérêt, dans ce cas, à adopter le pneu ballon (à tringles).

Le motocycliste est, de plus, suspendu par une selle à ressorts très souples.

Les roues sont à rayons multiples en fil d'acier; elles comportent en général un moyeu à broche permettant le démontage rapide en cas de crevaisson.

Les freins sont dans un tambour de moyeu (freins à segments). Ils agissent souvent sur les deux roues.

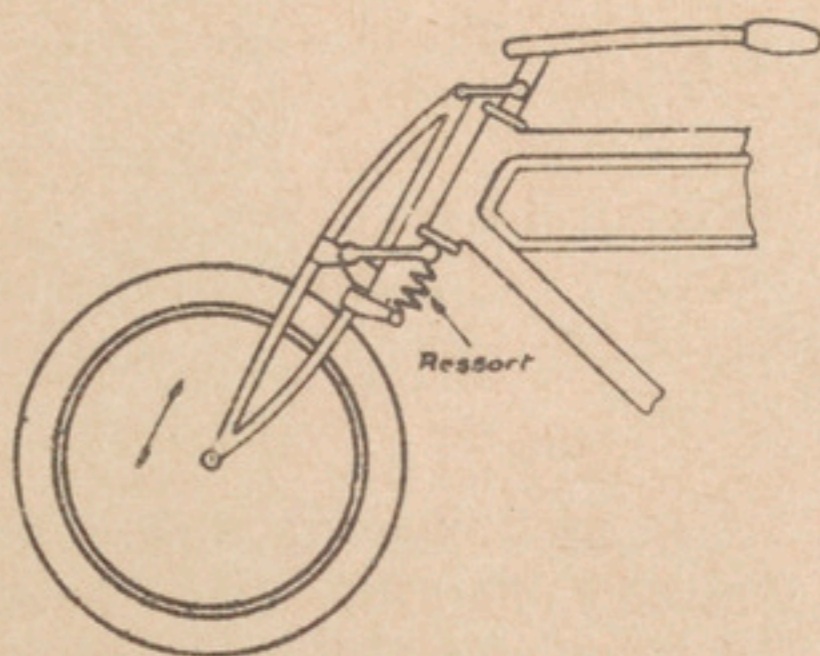


Fig. 250
Fourche avant coulissante.

EMPLOI DE LA MOTOCYCLETTE

CYCLECARS

La motocyclette est rapide, relativement légère, ce qui permet de lui faire franchir de mauvais passages sans trop de difficultés. Elle peut emprunter des chemins étroits et se faufiler dans les encombrements sur route; elle sera donc toute indiquée pour la liaison; même à grande distance, car sa moyenne de marche est celle d'une bonne voiture de reconnaissance, ainsi que pour le transport rapide de petites unités fortement dotées en armes automatiques. (Emploi intensif dans les G.R.D. et G.R.C.A.).

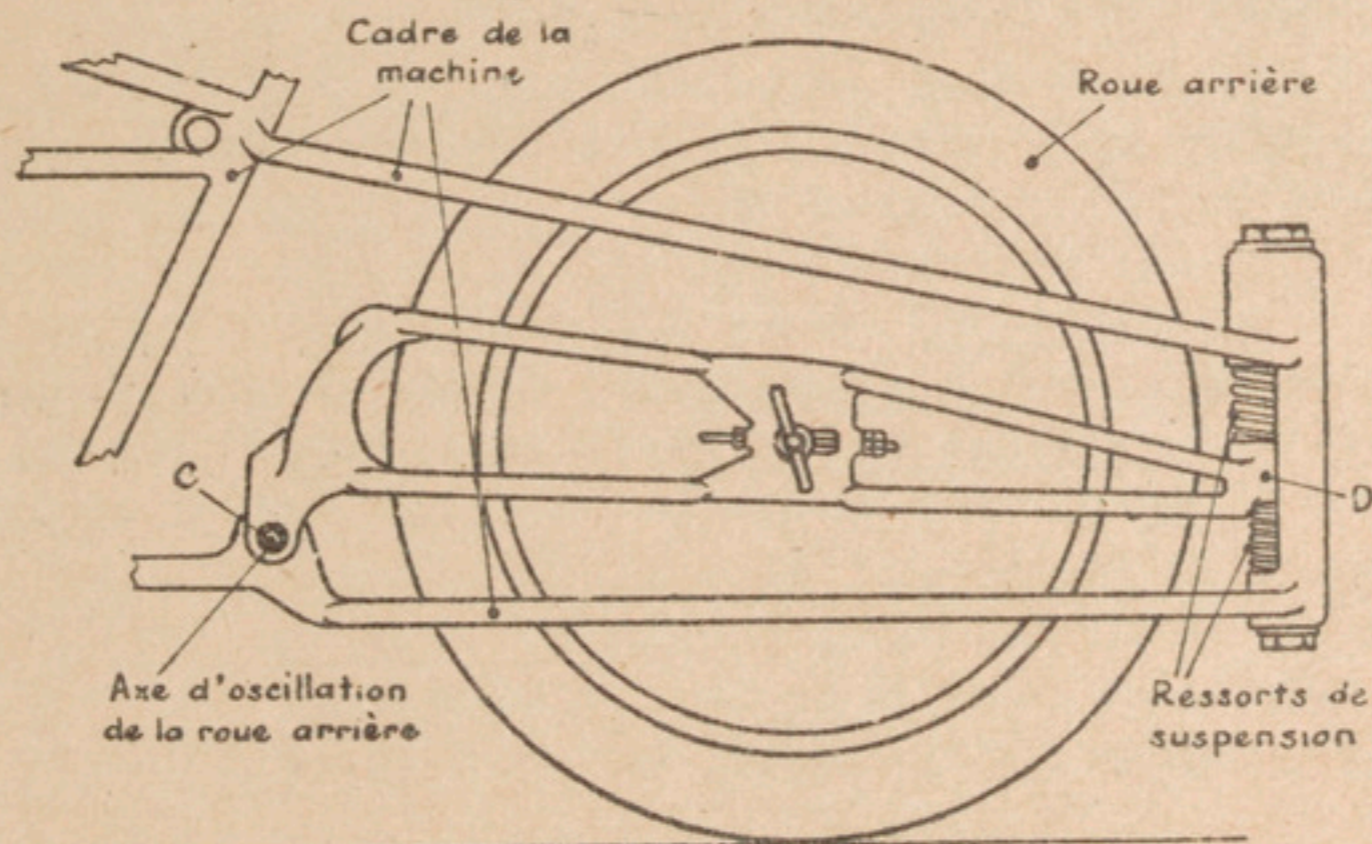


Fig. 251 - Suspension arrière.

CHAPITRE XXVI

EMPLOI MILITAIRE DE L'AUTOMOBILE POUR LES TRANSPORTS

Le véhicule automobile peut être utilisé dans l'armée pour les déplacements de matériel et de personnel précédemment effectués par traction hippomobile, ou par voie ferrée. De plus, l'emploi du moteur est indiqué pour les manoeuvres de force, jusque-là faites à bras d'hommes, ou par traction animale.

Une étude sommaire des caractéristiques de l'emploi de l'automobile comparé à celui des chevaux et du chemin de fer, précisera les conditions de son emploi militaire.

Le matériel automobile de l'armée est classé en différentes catégories dont il faut prévoir l'approvisionnement en temps de guerre (stocks militaires, réquisition de véhicules civils).

1° - AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE L'AUTOMOBILE.

AVANTAGES.

La traction automobile est plus rapide que la traction par chevaux et permet un parcours journalier important.

Sa souplesse est supérieure à celle de la voie ferrée dont l'itinéraire est rigide et la remise en état assez longue au cours d'une avance. Son débit peut être très important.

Sa puissance permet seule le déplacement sur le terrain de matériels très lourds.

Enfin, l'encombrement et la vulnérabilité, tant au feu de l'ennemi qu'aux intempéries et aux gaz, sont moindres pour l'automobile que pour le cheval; le tonnage de ravitaillement pour un même transport est moins élevé et tombe à zéro quand le matériel est au repos.

INCONVENIENTS.

Le matériel automobile est de prix élevé, d'usure rapide, il nécessite un personnel soigneusement spécialisé pour assurer le bon

N.B. L'emploi de l'automobile dans les Unités motorisées ou mécaniques est du ressort du Cours d'Emploi des Armes.

entretien et la réparation, surtout en raison de la diversité des types employés.

Les moteurs sont bruyants, ce qui peut les déceler à l'ennemi et complique toujours la transmission des ordres dans une colonne. Ils craignent la gelée qui peut les détériorer ou retarder sensiblement leur mise en route.

Le manque d'adhérence des véhicules automobiles du type courant et leur modèle de construction (largeur de jante, suspension, hauteur au-dessus du sol) les obligent à ne pas quitter les bonnes routes, d'où encombrement de celles-ci et risques d'embouteillage.

La mobilité tactique est par suite très inférieure à celle du cheval, à moins d'employer des véhicules spéciaux (tracteurs, chenilles).

Enfin, il est difficile d'effectuer le transport stratégique d'une unité combattante avec tout son matériel, ce dernier (voitures, chevaux, chars) nécessitant des aménagements spéciaux. Le ravitaillement en matériel automobile peut être assuré plus facilement par les ressources nationales que le remplacement des chevaux; par contre, le combustible actuel (essence et huile), est presque entièrement importé. Les moteurs Diesel permettront d'utiliser les huiles de goudron, ou les huiles végétales fournies par nos colonies; la mise au point des gazogènes fonctionnant au charbon de bois est déjà suffisante pour en permettre un emploi intensif sur les camions en temps de guerre.

2° - CONDITIONS D'EMPLOI DE L'AUTOMOBILE.

Cette comparaison conduit à utiliser l'automobile pour les missions suivantes :

Liaisons et reconnaissances (voitures de tourisme);

Transports stratégiques urgents du personnel et du matériel (camions, exceptionnellement camionnettes et voitures de tourisme);

Navettes à effectuer entre la voie ferrée et la zone de combat, la distance pouvant atteindre 30 à 40 kilomètres;

Traction des matériels d'artillerie lourde, et de campagne, ou encore portage d'artillerie de campagne; cette dernière y gagne en mobilité stratégique, est moins vulnérable, mais les déplacements en terrain varié obligent dans certains cas à employer des tracteurs à chenilles;

Portage ou remorquage de matériel en terrain varié par véhicules à chenilles.

Tous les transports sur route sont basés sur les deux principes suivants :

1°- Non spécialisation des véhicules, afin de réduire au minimum les déplacements à vide (l'artillerie automobile fait exception à cette règle);

2°- En tout cas, circulation réglée par une autorité unique afin d'éviter les retards et embouteillages.

Enfin, le développement général de l'automobile aux armées doit être proportionné aux possibilités de ravitaillement en matériel, combustible et personnel spécialisé.

3°- VÉHICULES UTILISÉS.

Il existe quatre catégories principales de véhicules :

1°- Voitures de tourisme, utilisées par la liaison et les reconnaissances (voitures de 10 à 30 C.V.), voiturettes, side-cars, motocyclettes.

La vitesse commerciale de ces voitures est de 30 à 50 kilomètres à l'heure, la consommation de l'ordre de 10 à 15 litres aux 100 kilomètres.

2°- Camions, généralement montés sur bandages pleins, et utilisés pour le transport non spécialisé; capacité deux à cinq tonnes, puissance 20 à 30 C.V., vitesse moyenne 15 à 30 kilomètres à l'heure, consommation de l'ordre de 30 litres aux 100 kilomètres.

Les camionnettes sont montées sur pneus; elles sont plus légères (charge 1 à 2 tonnes) et plus rapides.

Les véhicules de cette catégorie sont uniquement porteurs (à la rigueur, ils traînent des remorques légères); leur peu d'adhérence leur interdit de sortir des routes (roues arrière seules motrices).

3°- Tracteurs à quatre roues motrices, destinés au portage ou au remorquage du matériel, surtout de l'artillerie. Puissance 20 à 45 C.V., vitesse moyenne 4 à 12 km. à l'heure, conditionnée surtout par la nature du matériel remorqué; consommation de l'ordre de 80 litres aux 100 km. Ces véhicules peuvent circuler en dehors des routes, grâce à leur adhérence totale et à leur cabestan; le tracteur est, de plus, utilisé pour les manoeuvres de force du matériel.

4°- Véhicules à chenilles, pouvant porter ou remorquer le matériel en tous terrains. Il est possible de munir des voitures de tourisme de chenilles en caoutchouc (Kégresse) qui leur permettent le passage en terrain varié à une allure assez rapide.

Les tracteurs à chenilles métalliques sont lourds, puissants (30 à 120 C.V.), se déplacent très lentement (2 à 6 kilomètres à l'heure)

et consomment beaucoup. Les déplacements sur route leur sont difficiles car ils se disloquent et déchaussent la route, il faut les porter ou les remorquer avec des tracteurs à roues.

Leur emploi est par conséquent onéreux et assez limité : transport d'artillerie et de munitions en terrain détrempe ou bouleversé, chars de combat blindés, affûts automoteurs sur chenilles.

Enfin les véhicules appartenant généralement à la deuxième catégorie (camions ou camionnettes) peuvent être spécialisés dans le transport de matériel nécessitant un aménagement particulier : service sanitaire, ravitaillement en viande, matériel du génie, de l'aviation, etc.

Il y a intérêt, quand on le peut, à utiliser des remorques, spécialement aménagées, mais pouvant être attelées à des tracteurs de type courant.

4^e - RESSOURCES EN MATÉRIEL AUTOMOBILE.

Le matériel automobile utilisé en temps de guerre comprend :

1^o - Les véhicules en service courant dans les unités automobiles du temps de paix.

2^o - Les stocks militaires, constituant une partie des véhicules des unités de mobilisation (tracteurs, chars) et des voitures spécialement aménagées : services sanitaires, du génie, de l'aviation, etc.

Ces stocks demandent une surveillance constante, des vérifications fréquentes, un entretien parfois délicat (bandages en caoutchouc, accumulateurs) ; ils ont l'inconvénient d'immobiliser un matériel coûteux et susceptible de se démoder rapidement.

3^o - Les véhicules de réquisition correspondant aux usages courants : voitures de tourisme de puissance moyenne, camionnettes, camions de deux à cinq tonnes, tracteurs légers, tracteurs agricoles à chenilles.

Dans le but d'assurer le ravitaillement en véhicules convenant plus particulièrement à certains emplois militaires, il a été institué des primes d'achat et d'entretien pour quelques types : camions de sept tonnes cinq, tracteurs lourds, tracteurs à chenilles.

Il y a intérêt à réduire autant que possible le nombre des types de véhicules dans chaque catégorie et à grouper les unités de même marque de manière à simplifier la réparation et les rechanges.

Pour réduire le stockage à son minimum, on peut étudier en temps

de paix des types de véhicules courants (liaison, camions, tracteurs), fréquemment mis à jour suivant les progrès de la construction automobile, types dont la fabrication en série pourrait être mise en train très rapidement dans les grandes usines civiles.

TABLE DES MATIÈRES

1ère PARTIE

NOTIONS THÉORIQUES
=====

<u>Chapitres</u>	<u>Pages</u>
I - Revision des notions de physique utilisées dans l'étude des moteurs thermiques	3
II - Les moteurs à explosion	10
III - Le moteur Diesel	19

2ème PARTIE

NOTIONS PRATIQUES
=====

<u>Chapitres</u>	
I - La voiture automobile	29
II - Le châssis	33
III - Le moteur - Cycle à quatre temps - Réglage de la distribution	34
IV - Le moteur - Organes mobiles	36
V - Le moteur - Organes fixes	42
VI - Organes de distribution	45
VII - Alimentation en combustible et en carburant	51
VIII - Problème de la carburation - Carburateurs en service	57
IX - Réglage des carburateurs régulateurs	67
X - Allumage - Généralités	69
XI - Allumage à haute tension	72
XII - Commande et calage des appareils d'allumage	80
XIII - Graissage	86
XIV - Refroidissement	92

<u>Chapitres</u>	<u>Pages</u>
XV - Moteurs à deux temps	96
XVI - Puissance et rendement des moteurs	98
XVII - L'embrayage	101
XVIII - Boîte de vitesses	105
XIX - Transmission - Différentiel	112
XX - Suspension - Poussée - Réaction	121
XXI - Roues et bandages	127
XXII - Direction	135
XXIII - Freinage	139
XXIV - Véhicules tous terrains	146
XXV - Motocyclette, cyclecars	158
XXVI - Emploi militaire de l'automobile pour les transports ...	162

