

2° En fermant l'air en même temps que le gaz, on évite le calage du moteur quand on passe au ralenti ; en effet, supposons le papillon d'air indépendant du papillon de mélange ; quand on lâche l'accélérateur, le papillon d'air reste ouvert, de sorte que l'air reflue vers les épurateurs, empêche l'arrivée du gaz et le moteur cale.

Le ralenti du moteur se règle à l'aide d'une manette spéciale qui commande une butée empêchant la fermeture complète du papillon P. Les butées de A et de P peuvent d'ailleurs être déplacées pour obtenir la fermeture complète des papillons.

99. ALLUMAGE ET DÉPART AU GAZ. — Le gazogène étant garni, on ferme complètement les volets A et P, on ouvre la vanne du ventilateur que l'on met en marche et on présente une torche à l'entrée de la tuyère. Au bout de quelques minutes, le gaz est bon, on cesse d'aspirer et on ferme la vanne ; on règle l'ouverture A, on donne un peu d'avance à l'allumage et on lance le moteur au démarreur pendant qu'on accélère de façon à aviver le foyer.

10. ALLUMAGE ET DÉPART A L'ESSENCE. — Il faut, cette fois, fermer le volet d'aspirateur et le volet d'air A et ramener l'avance à l'allumage à zéro. On lance ensuite le moteur à l'essence et, à l'aide de l'accélérateur à main, on fait tourner le moteur assez vite, puis, avec la manette de ralenti, on ouvre le papillon P et on présente une torche enflammée à l'entrée de la tuyère. Quand le foyer est allumé, on monte sur le siège et on accélère au pied, en maintenant toujours le volet d'air fermé. Dans ces conditions, le tirage augmente sur le foyer, mais le moteur reçoit trop d'air et il tend à caler. Avant qu'il soit arrêté, on lâche l'accélérateur au pied et on laisse se rétablir le régime normal, puis on accélère de nouveau, et ainsi de suite, jusqu'au moment où le moteur « emballe » au lieu de caler ; on peut alors ouvrir l'air, fermer l'essence et augmenter l'avance à l'allumage.

101. TUYÈRE DE RALENTI. — Avec une tuyère ordinaire, quand le moteur tourne lentement, le tirage sur le foyer est faible : le moteur tient mal le ralenti, car le feu n'est pas assez vif et les reprises manquent de vigueur. La figure 29 donne le schéma d'une tuyère GOHIN, spécialement étudiée pour obvier à cet inconvénient.

En A, la tuyauterie d'aspiration d'air primaire se divise en deux branches. La plus grande, B, amène l'air au foyer par le passage annulaire de la tuyère principale. La plus

petite, C, introduit l'air par une buse D, logée dans l'axe de la première. La tubulure B peut être fermée à l'aide d'un papillon E, commandé par la pédale d'accélérateur.

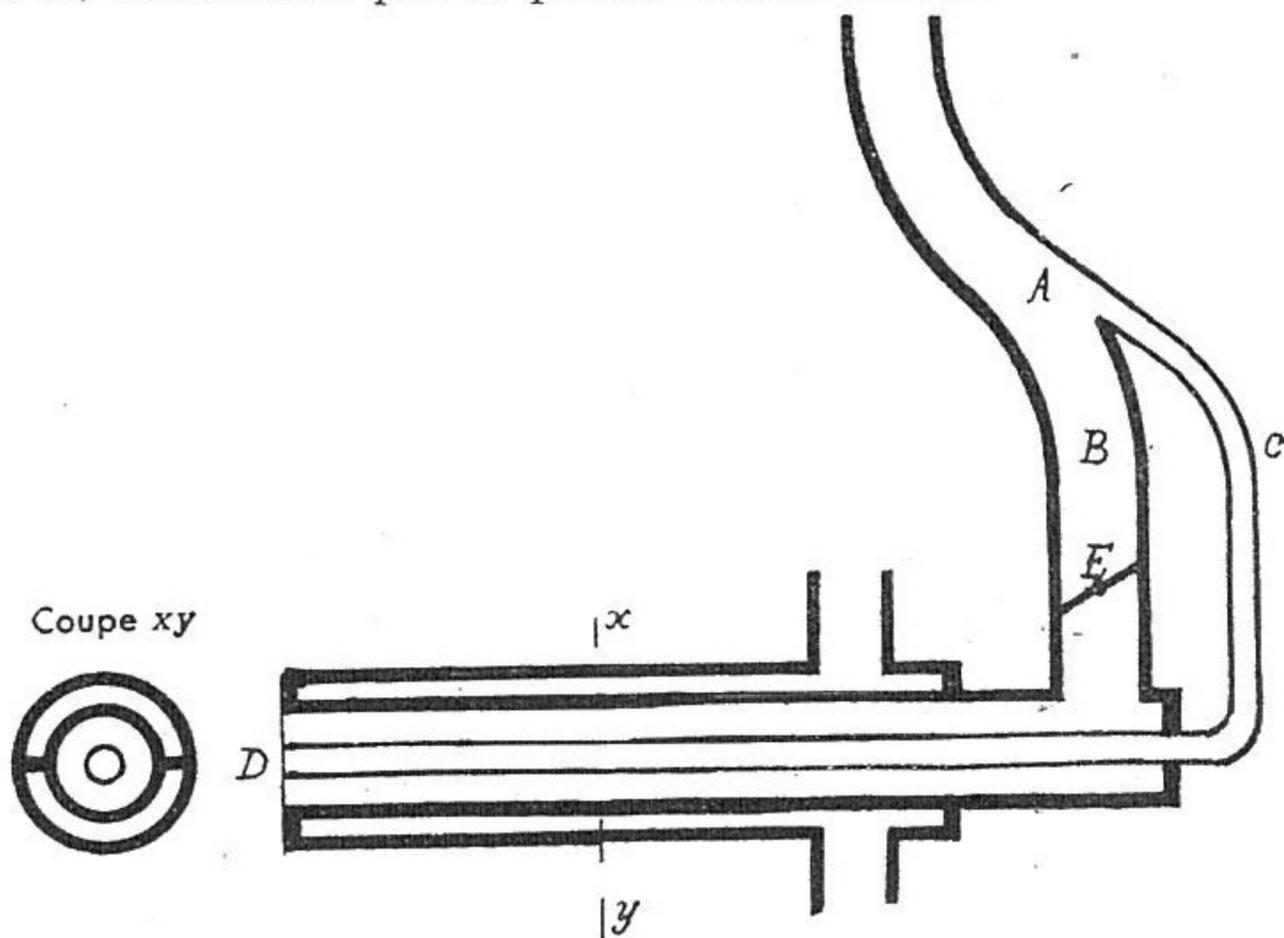


FIG. 29. — Gazogène Gohin-Poulenc. — Tuyère de ralenti.

En marche normale, c'est-à-dire quand on accélère, le papillon E est ouvert et l'air pénètre au foyer par la couronne annulaire et par la buse centrale D. Dès que l'on cesse d'accélérer, le papillon E se ferme et l'aspiration d'air se fait uniquement par la tuyère D, suffisante pour entretenir un foyer fournissant la quantité de gaz qui convient au ralenti. A la reprise, le papillon s'ouvre, l'air arrive en plus grande quantité et le foyer reprend très vite son activité normale.

102. ENTRETIEN. — *Deux fois par jour* : vérifier la propreté du tampon de coton qui sert de témoin.

Tous les matins : 1° décrasser le générateur, introduire la plaque registre par la fente fermée par la plaque P, puis ouvrir la porte inférieure du gazogène, sous lequel on a placé une caisse en tôle ; le foyer se vide ; piquer, par la tuyère, le laitier qui a pu se former, recommencer l'opération jusqu'à faire tomber le laitier et vérifier, à la main, que la tuyère est bien propre extérieurement. Sortir la plaque perforée E et la broser avec une brosse métallique pour bien déboucher les trous ;

2° Changer le filtre de sécurité en toile métallique (non représenté sur la figure 20) ; il est bon d'avoir deux cônes, l'un

en service pendant que l'autre se nettoie dans l'essence. Ce filtre s'encrasse plus vite si on emploie un mélange de charbon de bois et d'anhracite.

Tous les deux jours : vider la boîte à poussières et vérifier l'état des toiles par la porte de visite à mi-hauteur de l'épurateur.

Tous les 1.000 km. : vérifier la matière épurante, enlever la couche supérieure formée de ce qui est tombé des toiles : changer la matière épurante si, en la prenant à la main, on sent qu'elle contient des grains à arêtes vives. Pour la changer ouvrir la porte inférieure du filtre et tirer sur la poignée de la tôle qui supporte la poudre : celle-ci tombe d'elle-même.

L'examen des toiles donne d'utiles indications sur le fonctionnement du filtre ; normalement, les toiles sont couvertes de matière épurante en couches épaisses, granuleuses, brunes ; des toiles blanchâtres indiquent une matière épurante de mauvaise qualité, ou un remplacement tardif ; les toiles peuvent être colmatées par un gaz humide (charbon mouillé) ; dans ce cas, les sécher, les brosser avec une brcsse douce.

Les toiles sont maintenues sur un cadre par un quadrillage en fil émaillé ; lorsque les toiles d'un même sac se touchent, c'est que le fil est détendu ou cassé ; suivant le cas, le retendre ou le changer.

Tous les 3.000 km. : nettoyer les toiles (brosser ou aspirer) et nettoyer l'intérieur des tuyauteries avec un jet d'air (avec le gonfleur).

Tous les six mois : changer les toiles.

Il est très important de boucher avec un chiffon le tuyau de départ des gaz avant de brosser les toiles : on évite ainsi d'y laisser pénétrer des poussières qui, après remontage, pourraient être aspirées par le moteur.

103. INCIDENTS :

I. — *Le moteur ne tire plus comme au début* :

- a) Le charbon est trop gros ou de mauvaise qualité ;
- b) La tuyère est obstruée ; piquer le charbon par la tuyère, décrasser le foyer ;
- c) La plaque perforée est bouchée ; la nettoyer ;
- d) Les toiles sont couvertes d'une couche trop épaisse de matière épurante (brosser ou nettoyer les toiles, à l'aide d'un aspirateur, changer la matière épurante) ;
- e) Les toiles sont colmatées (charbon humide) ou se touchent (vérifier la tension des cadres) ;

f) La couronne annulaire du filtre ou les tuyauteries sont bouchées (les nettoyer au jet d'air).

II. — *La sortie de gaz rougit :*

a) Le charbon est trop gros ;

b) Il y a des rentrées d'air par les portes inférieure ou supérieure du générateur ;

c) Le laitier est trop gros ou mal descendu (décrasser) ;

d) Le combustible a formé une voûte (la briser avec un ringard) ;

e) La tuyère est trop grosse, le vent n'a pas assez de vitesse.

III. — *Les tuyères brûlent :*

a) Vérifier la circulation d'eau, la pompe, nettoyer le radiateur entartré ;

b) La tuyère contient de l'air ;

c) Par temps froid, un bouchon de glace peut obstruer les tuyaux (approcher un fer chaud pour faire fondre la glace, puis calorifuger la tuyauterie pour éviter le retour de l'incident). Il est bon, l'hiver, de vider le radiateur la nuit ; on ne doit vidanger la tuyère que quand le foyer est assez refroidi ;

d) Le joint de la tuyère est mauvais : une entrée d'air par le joint provoque un foyer secondaire, la tuyère et la tôle voisine peuvent brûler.

IV. — *Des poussières arrivent au moteur.* — Elles se décèlent par des dépôts blancs ou gris sur les bougies, sur la vanne du mélangeur, sur le tampon de coton ; elles sont dues à un filtre-toile mal monté ou percé.

V. — *Le moteur pétarade.* — Les pointes des bougies sont trop écartées et l'étincelle ne peut jaillir (les régler entre 3 et 5 dixièmes de millimètre) ; vérifier l'allumage.

VI. — *Le robinet à trois voies est grippé.* — Le démonter et enduire le boisseau de graisse Belleville.

B. — TUYÈRES A REFROIDISSEMENT PAR AIR

(Type Gazauto)

1° *Générateur.* — Le générateur, capacité étanche de forme généralement cylindrique, comprend à sa partie supérieure la trémie ou réservoir de combustible obturée par un couvercle de remplissage à fermeture rapide et à sa partie inférieure, le foyer.

Le foyer, dans lequel débouche la tuyère d'admission d'air, est limité par un panier grille qui repose sur une embase circulaire faisant corps avec l'enveloppe extérieure en tôle d'acier.

Ce panier grille en fonte spéciale comporte à sa base une partie mobile pour le déchargement ainsi qu'une ouverture avec porte permettant d'enlever les mâchefers et de vider le combustible lors du nettoyage complet du foyer.

La porte extérieure du foyer (munie d'un joint d'amiante graphitée) est bloquée sur le gueulard par un levier d'appui central, que commande une vis avec volant de serrage.

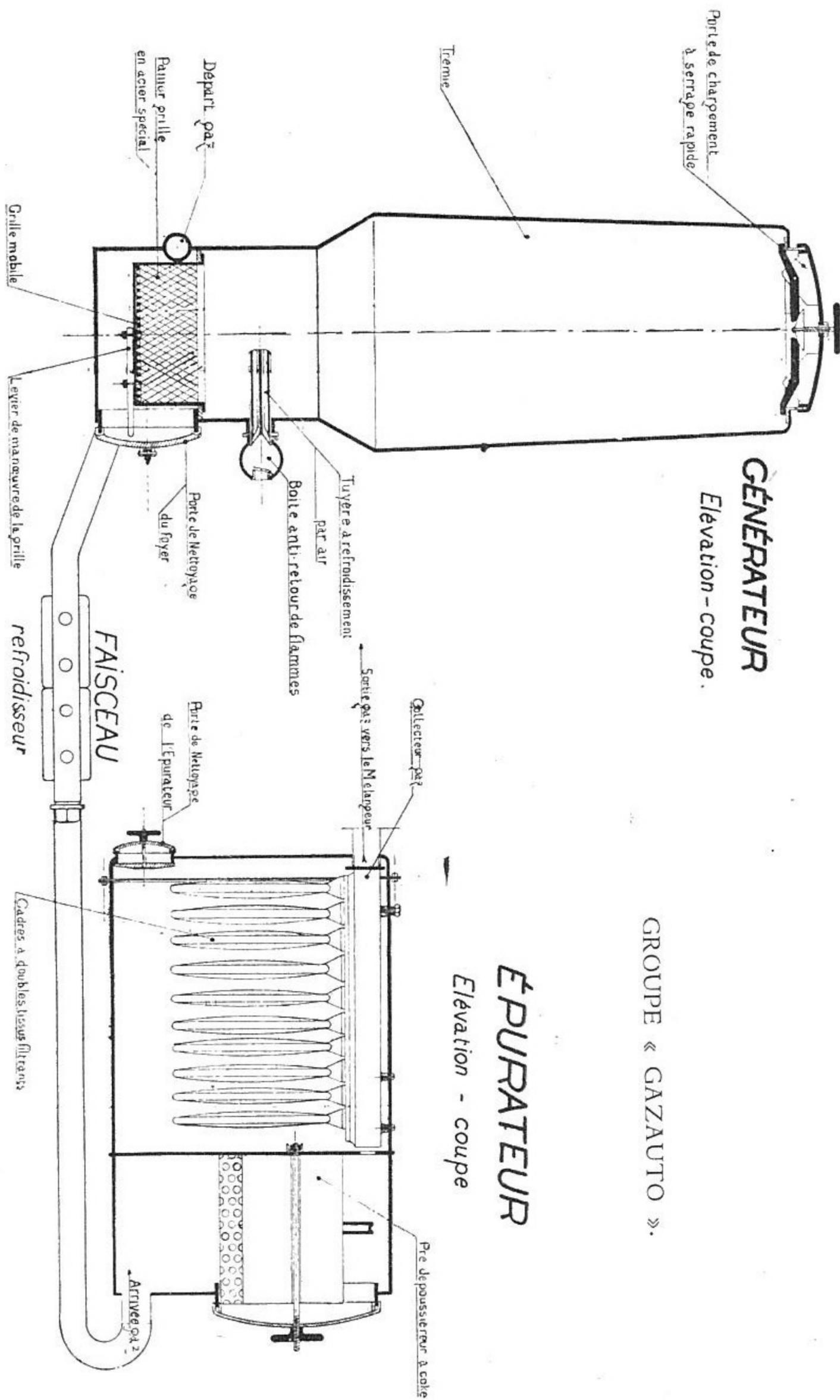
Au-dessus de la grille se trouve la tuyère qui est fixée par serrage sans joint sur un manchon taraudé. La tuyère évacue par radiation la chaleur emmagasinée au moyen d'ailettes intérieures venues de fonderie.

A l'entrée de la tuyère une boîte à clapet sert de régulateur d'entrée d'air ; ce dispositif empêche aussi tout retour de flamme à l'arrêt.

2° *Faisceau refroidisseur.* — De forme appropriée suivant l'emplacement disponible sur le véhicule, sert à abaisser par une première détente ou par échanges thermiques (tubes à ailettes) la température du gaz à la sortie du générateur, avant son entrée aux épurateurs.

3° *Epurateur.* — Suivant l'espace disponible, il est établi en un seul coffre à doubles compartiments ou en deux éléments à compartiments simples qui sont :

a) Dépoussiéreur primaire : le gaz provenant du refroidisseur arrive dans une première chambre qui contient un panier grille rempli de coke : le coke absorbe l'humidité que peut contenir le gaz ainsi que les grosses poussières (le coke peut être remplacé par des tissus métalliques).



b) Filtre : il se compose d'un faisceau formé d'un nombre variable de cadres garnis de grillage métallique et revêtus de tissus filtrants. Le gaz traverse ces tissus en y abandonnant les poussières fines qu'il contenait encore.

Ainsi épuré et débarrassé de ses poussières le gaz est conduit ensuite vers le moteur par une tuyauterie.

4° *Mélangeur (ou carburateur à gaz)*. — Il est établi sur un système de boisseau ou de volets à trois ouvertures, permettant :

1° La mise en route du moteur à l'essence : à ce moment les ouvertures de gaz et d'air additionnel sont fermées.

2° L'allumage du générateur puis le passage rapide au gaz par rotation du boisseau ou du papillon d'admission qui en s'ouvrant alors très faiblement forme dépression et aspire sur le générateur. Quand le gaz est assez riche et assez abondant on augmente l'ouverture du papillon d'admission pour activer l'arrivée du gaz et diminuer la dépression sur le carburateur à essence. On peut ensuite fermer le boisseau commandant ce dernier et marcher au gaz seul.

3° La marche au gaz seul que permet le réglage automatique de l'air en parallèle avec l'ouverture du papillon d'admission des gaz au moteur (accélérateur).

Cet automatisme est obtenu par la liaison des papillons d'air et de mélange admis, au moyen d'un ensemble de biellettes donnant une ouverture proportionnelle convenable de ces deux papillons d'admission pour obtenir un rapport air et gaz constant.

Une manette à secteur permet la correction de la richesse du mélange (en fonction de la dépression et de la richesse du gaz) par la modification de la longueur d'une des biellettes d'accouplement.

5° *Organes annexes* :

- a) Protection du foyer par grille de sécurité extérieure ;
- b) Filtre anti-retour de flamme entre moteur et épurateur ;
- c) Dispositif anti-retour à l'entrée de la tuyère (boîte à clapet).

PANNES PRINCIPALES

Difficultés d'allumage du foyer. — Il peut y avoir une voûte en face de la tuyère : il faut piquer le charbon avant d'allumer. Cet inconvénient se produit souvent quand on emploie le charbon de bois mélangé d'anhracite ou concassé

trop gros. Pour piquer, bien faire attention de ne pas frapper sur la tuyère ni sur le panier grille qui pourraient être détériorés.

Le foyer rougit par endroits. — Il y a des voûtes produites par l'emploi de charbon trop gros.

Le foyer rougit au-dessous de la tuyère. — Il y a du mâchefer, que le courant d'air ou de gaz contourne ; c'est ce qui amène le feu en contact avec les parois du panier grille et les tôles du foyer.

La même cause fait que le moteur ne tire plus ; pour finir alors un trajet de peu de longueur on peut se contenter de piquer le foyer en observant les précautions qui ont été indiquées ci-dessus.

A l'arrêt, on ne manquera pas d'enlever le mâchefer gênant en utilisant l'ouverture des portes de cendrier et de panier-grille.

Vérifier en outre l'étanchéité de la porte de décendrage au bas du foyer. Bien faire reposer la garniture en cordon d'amiante sur la bordure du gueulard. En cas d'entrée d'air persistante voir si la porte et son fond de gorge ne sont pas voilés, cette déformation pouvant se produire à la longue par le travail de la fonte aux échauffements et refroidissements successifs. Vérifier aussi la bonne tenue du bord du gueulard sur lequel s'appuie cette porte et le dresser s'il y a eu déformation.

Le rouge reste localisé au même endroit. — Il y a une entrée d'air : soudure poreuse ou joint défectueux, réparer par soudure autogène ou électrique ou refaire le joint soigneusement.

Le feu monte dans la trémie. — Elle chauffe ou rougit. Il y a une entrée d'air venant du haut, le plus souvent par la porte de chargement, revoir le joint.

Le bas de la trémie et le cône rougissent. — Niveau du charbon trop bas. Recharger plus souvent. Il faut au minimum 15 cm. de charbon au-dessus de la tuyère, on ne doit pas voir le feu en ouvrant la porte de chargement.

CHAPITRE V

Essais de Gazogènes

Les essais de gazogènes doivent porter à la fois sur les combustibles utilisés et sur les gazogènes en liaison avec leurs appareils auxiliaires.

En ce qui concerne les combustibles, l'analyse physique et chimique fournit des indications précises sur les points suivants :

- a) aspect extérieur;
- b) fractionnement;
- c) densité;
- d) humidité;
- e) composition centésimale;
- f) porosité et pouvoir d'absorption;
- g) cendres;
- h) pouvoir calorifique.

En ce qui concerne les appareils, les essais sont généralement effectués au banc, le gazogène examiné alimentant un moteur de caractéristiques connues en fonctionnement normal.

L'installation prévue doit permettre de procéder aux différentes observations suivantes :

- a) *températures*
(température du foyer, températures du gaz en différents points de l'installation, température ambiante, température de l'eau de circulation) ;
- b) *pressions*
(relevées en différentes régions du circuit) ;
- c) *analyse du gaz*
(densité, poids des impuretés entraînées, pouvoir calorifique, composition chimique) ;
- d) *puissance développée par le moteur* ;
- e) *régularité de fonctionnement* ;
- f) *consommation* ;
- g) *cendres et mâchefers*.

Enfin, une épreuve sur route complètera utilement les indications précédemment recueillies.

Voici, à titre d'exemple, un procès-verbal d'expériences établi par la Station Centrale d'Essais de Machines du ministère de l'Agriculture :

N° d'ordre 48-1112

EXTRAIT DU REGISTRE DES ESSAIS

N° 23, f° 78

CARACTERISTIQUES DE L'ESSAI. — Fonctionnement d'un gazogène « Gazauto ». Puissances développées dans des conditions déterminées. Consommation. Qualité du gaz.

Renseignements généraux sur l'appareil. — Le gazogène, du type à tirage renversé avec tuyère de rentrée d'air, est pourvu d'un réservoir vertical de combustible de grande capacité prolongé vers le bas par une trémie tronconique. Il possède en outre un refroidisseur à ailettes, un épurateur à coke, et un jeu de filtres en toile enfermés dans deux capacités successives. Une grille facilement manœuvrable placée à la partie inférieure de la cuve permet une vidange facile des cendres et du machefer.

Dimensions de la cuve :

Forme de la cuve de réaction	cylindrique
Diamètre de la cuve (millimètres)	550
Hauteur totale de la cuve et du foyer (mm.)	1.750
Caractéristiques de la tuyère : à radiation par ailettes centrales intérieures.	
Diamètre intérieur (millimètres)	28
Diamètre extérieur (millimètres)	50
Système de refroidissement de la tuyère : refroidissement à l'air par ailettes radiales en Cu.	
Dimensions des organes de refroidissement de la tuyère (millimètres)	
(hauteur)	14
(longueur)	115
(épaisseur)	3

Système refroidisseur et épurateur du gaz :

Longueur des tuyaux à ailettes (millimètres)	4.000
Longueur des tuyaux intermédiaires (millimètres)	100
Dimensions des ailettes circulaires (mm.) (diamètre ext.)	150
(diam. du tuyau sup.)	73
Volume de la capacité à coke (litres)	20
Dimensions des toiles de filtres (mm.)	
(longueur)	35
(largeur)	30

Conditions des expériences. — Les mesures ont été effectuées pendant 3 heures à intervalles de dix minutes et ont permis de contrôler la puissance développée par un moteur Delahaye à quatre cylindres (100-160) tournant à environ 1.300 tours par minute et réalisant une compression volumétrique de 7,45. Simultanément étaient déterminées les températures et dépressions du gaz en différents points de l'appareil générateur et de ses organes auxiliaires.

Le combustible utilisé était un charbon de bois Lambiotte concassé par le personnel du Laboratoire et de caractéristiques suivantes :

Poussier passant au tamis de 2 mm. (%)	0,86
--	------

CHAPITRE VI

Le Moteur au Gaz des Forêts

ADAPTATION DU MOTEUR A ESSENCE Adaptation du Véhicule

104. LE CYCLE. — Le moteur au Gaz des Forêts fonctionne, comme le moteur à essence, suivant le cycle Beau de Rochas ; le moteur étant lancé, les quatre temps se succèdent comme suit :

Premier temps : admission. — La soupape d'admission *a* (fig. 30) est ouverte, la soupape d'échappement est fermée ; le piston, entraîné par le volant, descend et aspire le mélange air-gaz ; quand le piston arrive au point mort bas, la soupape d'admission se ferme.

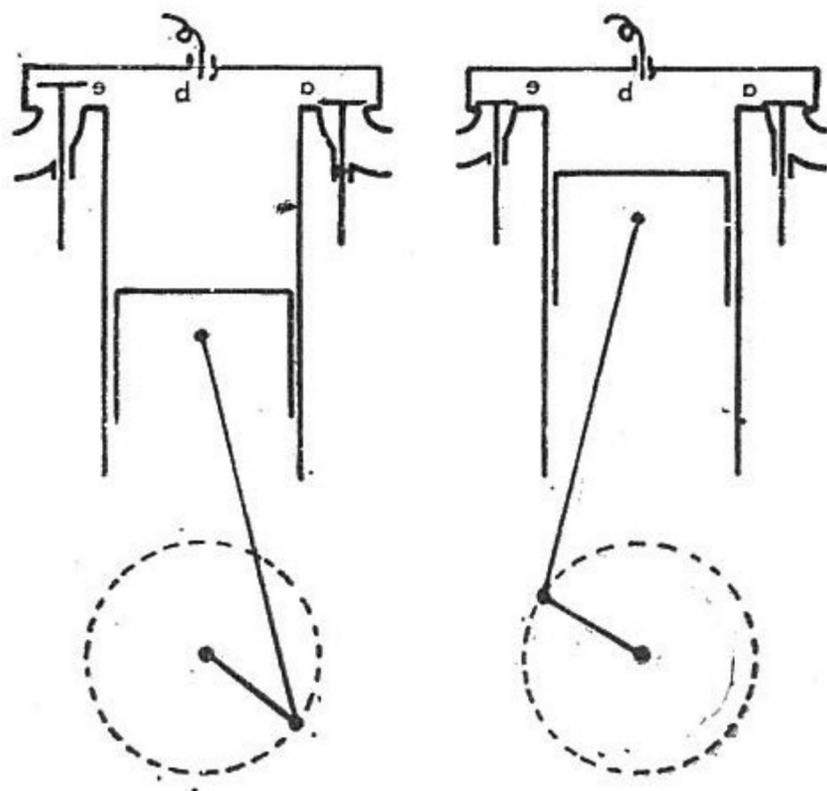


FIG. 30. — Course d'admission.

FIG. 31. — Course de compression.

Deuxième temps : compression. — Le piston (fig. 31), toujours entraîné par le volant, remonte, les soupapes sont fermées et le mélange est comprimé jusqu'au moment où le piston se retrouve au point mort haut.

Troisième temps : explosion, détente. — Quand le piston (fig. 32) passe au point mort haut, des appareils électriques (magnéto ou bobine) font éclater une étincelle entre les pointes de la bougie *b* et le mélange air-gaz brûle très rapidement (explosion), la chaleur dégagée élève la pression (Voir § 14) et le piston est chassé vers le bas ; la pression baisse dans le cylindre, les gaz brûlés se détendent et se refroidissent.

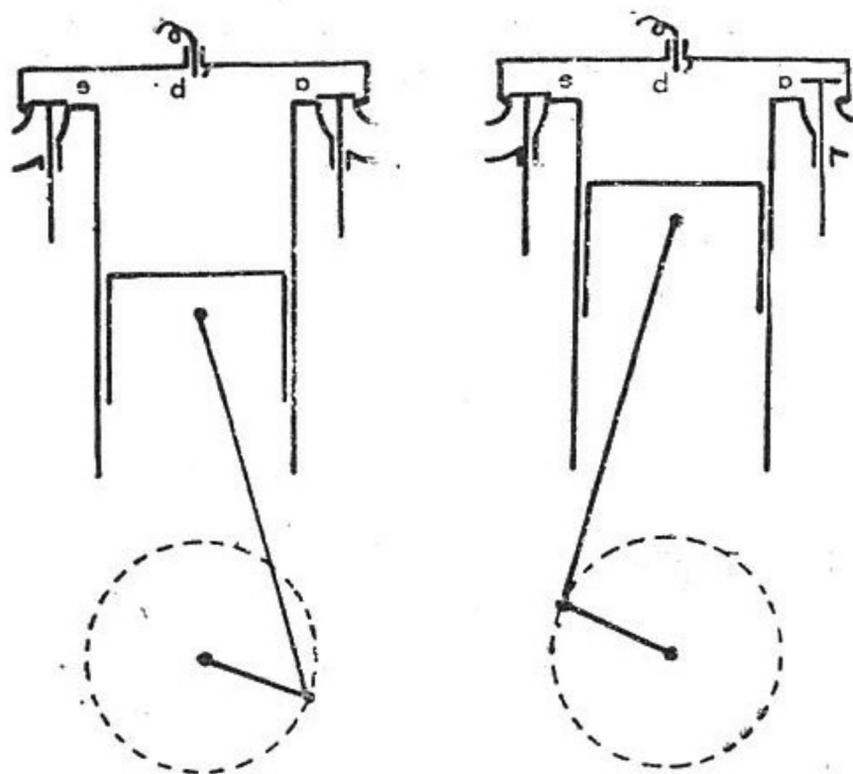


FIG. 32. — Course d'explosion-détente. FIG. 33. — Course d'échappement.

Quatrième temps : échappement. — Quand le piston (fig. 33) se retrouve au point mort bas, la soupape d'échappement *e* s'ouvre, les gaz sortent du cylindre, poussés par le piston que le volant entraîne. En fin de course, la soupape d'échappement *e* se referme, la soupape d'admission *a* s'ouvre de nouveau et le cycle recommence.

Pendant la durée du cycle, le piston a effectué quatre courses, la manivelle a fait deux tours complets ; ce n'est que pendant un demi-tour, celui qui correspond au troisième temps, qu'elle a reçu du piston un effort moteur ; les autres temps sont des temps résistants ; la compression surtout est résistante, mais elle est indispensable ; les gaz comprimés s'échauffent et brûlent mieux, plus complètement ; en outre, le calcul montre que la chaleur emportée par les gaz qui s'échappent, chaleur qui est perdue, est d'autant plus faible que les gaz frais ont été plus comprimés.

105. QUELQUES DÉFINITIONS. — On appelle *alésage* le diamètre intérieur *D* du cylindre ; commercialement, il est exprimé en millimètres.

La *course*, qui se mesure également en millimètres, correspond au chemin parcouru par le piston dans le cylindre ; c'est la distance qui sépare le point mort haut du point mort bas ; la course est déterminée par le rayon de la manivelle : si on appelle R le rayon de la manivelle, la course C est égale à deux fois le rayon : $C = 2 R$.

La longueur de la bielle n'a aucune influence sur la course.

On entend par *cylindrée* le volume engendré par le piston pendant une course complète. Elle représente encore le volume de gaz théoriquement introduit dans le cylindre pendant la course d'aspiration (premier temps).

La cylindrée V est égale à la surface du piston multipliée par la course :

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \times C$$

Généralement, dans les calculs, pour éviter de trop grands nombres, on exprime D et C en centimètres : on a alors le volume en centimètres cubes ; on peut l'évaluer en litres en divisant par 1.000. Soit, par exemple :

$$D = 100 \text{ m. et } C = 130 \text{ mm.}$$

$$V = \frac{3,14 \times 10 \times 10}{4} \times 13 = 1.020 \text{ cm}^3 \text{ ou } 1 \text{ lit. } 02.$$

Commercialement, on désigne par *cylindrée le volume théoriquement aspiré par cycle* : elle est donc égale au volume V multiplié par le nombre de cylindres. Pour un moteur à 4 cylindres, la cylindrée commerciale du moteur précédent serait :

$$1 \text{ lit. } 02 \times 4 = 4 \text{ lit. } 08.$$

Enfin, on appelle encore *cylindrée-minute* le volume aspiré par minute. Elle est égale à la cylindrée commerciale multipliée par la moitié du nombre de tours effectué par le moteur en une minute, car un cycle est effectué sur 2 tours du moteur. Ainsi, si le moteur précédent fait 3.000 tours-min., la cylindrée-minute est :

$$4,08 \times 1.500 = 6.120 \text{ litres ou } 6 \text{ m}^3 \text{ } 120.$$

106. TAUX DE COMPRESSION. — Quand le piston est à son point mort haut, un certain volume de gaz, que nous désignerons par v , est enfermé dans la « chambre de compression ou de combustion » ; lorsque le piston est à son point mort bas, le cylindre contient un volume de gaz $V + v$.

On appelle *taux de compression* t ou encore *compression volumétrique* le rapport :

$$t = \frac{v + V}{v} \text{ ou encore } 1 + \frac{V}{v}$$

Pour le mesurer sur un moteur construit, on peut, le plus souvent, procéder comme suit :

1° Placer le piston au point mort haut et, par le trou de bougie, verser lentement (pour éviter la mousse) de l'huile dans le moteur : on a ainsi un volume v d'huile ;

2° Placer le piston au point mort bas et refaire le plein d'huile ; on verse ainsi le volume V d'huile.

Pour chacune de ces mesures, le niveau de l'huile doit atteindre l'intersection de la paroi interne de la chambre avec le filetage du trou de bougie.

Ainsi, si on verse d'abord 217 cm³, puis 1.020 cm³, le taux de compression est :

$$t = 1 + \frac{1.020}{217} = 1 + 4,7 = 5,7.$$

Le taux de compression a une importance considérable dans la théorie et la pratique du moteur à explosion.

107. MOTEUR PARFAIT. — Le moteur parfait est une conception scientifique, toute théorique, imaginée en vue de prévoir les résultats qu'on peut escompter du fonctionnement d'un moteur à explosion.

Dans un moteur parfait, on convient de faire les hypothèses suivantes :

1° Les parois du cylindre et du piston ne laissent pas passer de chaleur pendant la compression, l'explosion et la détente.

2° Le gaz qui évolue dans le cylindre ayant des propriétés *physiques* voisines de celles de l'air, le moteur à explosion est considéré comme un moteur à air chaud : l'air aspiré, froid au premier temps, serait chauffé pendant la course de compression et pendant l'explosion et il se refroidirait, en travaillant, pendant la détente : les calories apportées par la combustion du mélange, diminuées du nombre de calories emportées par les gaz lors de l'échappement, seraient intégralement transformées en travail ;

3° La combustion se fait *instantanément* quand le piston passe exactement au point mort haut ;

4° Les soupapes s'ouvrent et se ferment *instantanément*

quand le piston passe à un point mort ; de plus, lorsqu'elles sont ouvertes, elles n'offrent aucune résistance au passage des gaz, de sorte que, pendant l'admission et l'échappement, la pression du gaz dans le cylindre est égale à la pression atmosphérique ;

5° Enfin, le cylindre est parfaitement étanche, il n'y a pas de résistance de frottement et les organes accessoires du moteur n'absorbent pas de puissance.

On conçoit que ces conditions soient impossibles à réaliser, mais la considération du moteur parfait présente au moins cet avantage de montrer ce vers quoi il faut tendre.

108. RENDEMENT THERMIQUE THÉORIQUE. — D'après ce qui précède, la seule perte, dans un moteur parfait, est constituée par les calories emportées par les gaz d'échappement.

Nous appellerons *rendement thermique théorique* ou *rendement du moteur parfait*, la fraction de l'énergie calorifique fournie à ce moteur qui serait transformée en travail si les conditions idéales énoncées étaient réalisées.

La théorie mathématique du moteur parfait ne rentre pas dans le cadre de cet ouvrage (1). Nous dirons seulement que cette théorie établit que *le rendement théorique ne dépend que du taux de compression* et nous donnons ci-après sa valeur pour divers taux :

Taux de compression t	4	6	8	10
Rendement théorique %	33	41,6	46,5	49,9

On voit qu'on a tout intérêt à adopter un taux aussi élevé que possible. Avec l'essence, on ne peut guère dépasser le taux 6 (culasse en fonte) ou 7 (culasse spéciale) car, avec des taux supérieurs, l'échauffement pendant la compression est tel qu'il peut se produire des phénomènes de détonation à contretemps qui fatiguent énormément les organes ; le bruit particulier que l'on entend fait dire que le moteur « cogne ». Avec le Gaz des Forêts, au contraire, on peut atteindre des taux sensiblement plus élevés sans qu'il y ait cognement. On peut donc, avec un moteur à gaz, mieux utiliser l'énergie calorifique du carburant qu'avec un moteur à essence.

(1) On trouvera dans notre précédent ouvrage : *Le Gaz des Forêts — Carburants forestiers — Gazogènes*, un abrégé de cette théorie.

Il faut remarquer aussi que si l'on diminue le volume v , il reste, après l'échappement, moins de gaz brûlés résiduels ; l'échauffement des gaz admis est donc d'autant moins grand que v est plus petit, le remplissage du cylindre est meilleur et la richesse du mélange plus grande.

Dans un moteur réel, il existe, outre la perte à l'échappement, d'autres pertes que nous allons maintenant étudier.

109. RETARD DANS LA COMBUSTION. AVANCE A L'ALLUMAGE. — Le mélange ne brûle pas instantanément en totalité, dès que l'étincelle se produit ; sans doute, la durée de la combustion est très courte, mais pendant que le gaz brûle, le piston s'est déplacé vers le bas et, de ce fait, la pression n'atteint pas (Voir § 14) la pression que, théoriquement, on devrait obtenir (64 kg. : cm² avec le taux 6 et un mélange air-essence).

On atténue ce défaut en donnant de l'avance à l'allumage, c'est-à-dire en faisant éclater l'étincelle un peu avant le passage du piston au point mort haut.

D'autre part, la durée de la combustion étant à peu près constante, on conçoit que le rapport

$$\frac{\text{durée explosion}}{\text{durée course}}$$

augmente avec la vitesse du moteur, aussi l'avance doit être d'autant plus grande que le moteur tourne plus vite.

On a constaté que les mélanges pauvres brûlent plus lentement que les mélanges riches ; la combustion du mélange air-gaz se propage à une vitesse assez voisine de la vitesse du piston ; il peut donc arriver que la combustion se prolonge pendant la détente et les calories étant dégagées trop tard, la perte par les gaz d'échappement est augmentée. Il y a donc lieu d'obtenir, tout d'abord, un mélange homogène et bien dosé d'air et de gaz, puis de régler correctement l'avance à l'allumage, qui doit être supérieure à l'avance à l'allumage qui convient à la marche à l'essence. On a pu, sur un moteur à gaz, régler l'avance à 21 mm. 5 avant le passage du piston au point mort, pour une course de 160 mm. et une vitesse de 1.100 tours-min.

Certains constructeurs conservent la possibilité de marcher à l'essence en vue des démarrages et des petits déplacements des véhicules. Cette double utilisation implique l'emploi d'un carburateur spécial ou d'un appareil analogue à celui de M. l'ins-

pecteur général DUMANOIS ; cet appareil permet d'étrangler la tuyauterie d'admission pour la marche à l'essence et crée ainsi un laminage (Voir § ci-après) qui diminue les effets sur l'essence du taux de compression élevé nécessaire pour la bonne marche au gaz.

Cependant, comme ces appareils sont encore rarement prévus, le conducteur d'un moteur susceptible de marcher tantôt au gaz et tantôt à l'essence, ne devra pas oublier de réduire l'avance à l'allumage pour marcher à l'essence, sinon il s'expose à des retours de manivelle au lancement du moteur ou à des explosions à contretemps pendant la marche.

110. LAMINAGES. — Le mélange éprouve une certaine résistance à passer par les orifices inévitablement restreints des soupapes : on dit qu'il est laminé.

Le laminage a pour effet de maintenir dans le cylindre une pression qui, pendant l'échappement, est supérieure à la pression atmosphérique et lui est inférieure pendant l'admission, ce qui a pour résultat de freiner les mouvements du piston, d'augmenter le volume des gaz brûlés non expulsés, de réduire le volume des gaz introduits dans le cylindre : on dit que le remplissage est imparfait. On l'améliore par l'ouverture anticipée et la fermeture retardée de la soupape d'échappement et par l'ouverture et la fermeture retardées de la soupape d'admission.

De plus, le gaz admis se mélange avec les gaz brûlés non expulsés et encore chauds ; la dilatation qui en résulte, et qui résulte aussi du contact avec les parois chaudes du cylindre, réduit encore la cylindrée réelle, c'est-à-dire le volume de mélange introduit ramené à la température et à la pression extérieures.

On appelle *coefficient de remplissage* le rapport entre le volume réellement admis, ramené à 0° et à la pression atmosphérique normale, et le volume du cylindre
Il varie avec la vitesse du moteur entre 0,80 et 0,90.

111. INFLUENCE DES PAROIS. FUITES. RENDEMENT DU CYLINDRE. — Il est impossible de réaliser des parois imperméables à la chaleur : les parois s'échauffent et dispersent de la chaleur dans l'atmosphère. Il est nécessaire d'ailleurs d'intensifier cette action des parois : leur refroidissement a pour but de permettre le graissage des surfaces du cylindre et du piston ; ces surfaces doivent être maintenues, par une circula-

tion d'eau ou d'air, à une température inférieure à la température d'allumage du lubrifiant, sinon, le graissage ne pouvant se faire, il faudrait craindre le grippage du moteur et l'auto-allumage.

Remarquons d'ailleurs que l'influence des parois n'a pas une importance aussi grande qu'on pourrait le penser à première vue, car si les parois n'étaient pas refroidies, les gaz sortiraient chauds : la perte de calories par l'eau de circulation ne peut donc être considérable.

Enfin, pour que le piston puisse se dilater, son diamètre doit être plus petit que l'alésage, et pour empêcher les fuites, des segments élastiques doivent être logés dans des gorges tracées sur le piston. Malgré la disposition dite « tiercée » des fentes des segments, il se produit des fuites de gaz, mais toujours peu importantes.

Si donc, nous comparons les pertes énumérées (dues au retard dans la combustion, aux laminages, à l'action des parois et aux fuites) et les conditions à réaliser par le cylindre du moteur parfait (§ 107), nous constatons que le cylindre réel est bien inférieur au cylindre parfait.

Le cylindre réel ne permet donc d'utiliser qu'une certaine fraction du travail que fournirait un cylindre parfait : c'est cette fraction que nous appellerons *rendement du cylindre* (1). De nombreuses mesures de laboratoire ont montré que ce rendement a une valeur moyenne voisine de 80 %. Si donc un moteur fonctionne avec le taux de compression 6, le rendement théorique est 41,6 % et le cylindre réel ne transforme en travail disponible sur le piston que :

$$41,6 \times 0,80 = 33,3 \%$$

de l'énergie calorifique fournie.

112. PUISSANCE ABSORBÉE PAR LES FROTTEMENTS ET LES ORGANES ACCESSOIRES. RENDEMENT ORGANIQUE. — Dans le moteur parfait, on a admis (§ 107-5°) qu'il n'y avait pas de résistance de frottement et que les organes accessoires (commande des soupapes, de la magnéto, de la dynamo, du ventilateur, des pompes de circulation d'eau et d'huile) n'absorbaient pas de puissance, mais on ne peut concevoir de glissement sans frottement ou des organes se déplaçant sans exiger un effort moteur. Le *travail organique* est une fraction non négligeable de l'énergie disponible sur le piston. Il faut évidemment tendre

(1) On peut aussi l'appeler « rendement spécifique indiqué ».

à réduire ce travail le plus possible, par l'emploi de pièces bien polies, de roulements à billes ou à rouleaux, par un graissage convenable des parties frottantes.

Nous appellerons *rendement organique*, la fraction de l'énergie disponible sur le piston que l'on peut recueillir sur l'arbre du moteur sous forme de travail utile. De nombreuses mesures de laboratoire montrent que le rendement organique est voisin de 80 %.

113. RENDEMENT NET. — Nous avons vu que le cylindre transformait en travail 33,3 % de l'énergie calorifique qui lui est fournie ; en raison du travail organique, on ne pourra recueillir, en travail utile disponible sur l'arbre, que :

$$33,3 \times 0,8 = 26,64 \%$$

de l'énergie calorifique fournie.

Ce nombre qui donne, en tenant compte de toutes les pertes, la fraction de l'énergie fournie transformée en travail, est appelé *rendement net* du moteur ou rendement thermique effectif.

On peut dire aussi que le moteur ne fournit que les $0,8 \times 0,8 = 0,64$ (rendement du cylindre \times rendement organique) 64 centièmes de ce que fournirait un moteur parfait.

Supposons maintenant un moteur à gaz dont le taux de compression est 8. Le rendement théorique est 46,5 % (Voir § 108). Si nous admettons que dans ce moteur les pertes ont la même importance relative que dans un moteur à essence, le rendement net sera voisin de :

$$46,5 \times 0,64 = 29,76 \%$$

Il est essentiel de noter que ce rendement ne concerne que le moteur : il caractérise l'utilisation de l'énergie apportée au moteur *par le mélange gazeux combustible*, sans tenir compte de la façon dont ce gaz a été formé.

Le rendement net de l'installation gazogène-moteur est inférieur au rendement net du moteur, car la transformation du combustible solide en combustible gazeux ne peut se faire sans de nouvelles pertes : imbrûlés, production de gaz carbonique incombustible, chaleur emportée par les cendres et par le gaz, chaleur dispersée par les parois du générateur, etc...

114. CONSOMMATION. — Nous avons montré au paragraphe 22 comment on pouvait évaluer la consommation d'un moteur à essence. Reprenons le calcul par un procédé plus direct :

On a vu que 1 CV-H correspondait à 635 calories transformées en travail en 1 heure. A un moteur à essence dont le rendement est 26,64 %, on devra fournir :

$$\frac{100 \times 635}{26,64} = 2.383 \text{ calories par heure.}$$

L'essence ayant un pouvoir calorifique de 7.600 cal. kg : l.,
la consommation horaire sera d'environ : $\frac{2.383}{7.600} = 0 \text{ l. } 31.$

Considérons maintenant un moteur à gaz dont le rendement est 29,76. Pour obtenir 1 CV-H, il faudra fournir :

$$\frac{100 \times 635}{29,76} = 2.133 \text{ calories.}$$

Nous distinguerons deux cas :

Premier cas. — Gaz de bois (1) de pouvoir calorifique 1.250 cal. kg : m³ (mélange air-gaz de pouvoir calorifique 570 cal. kg. : m³). On devra fournir en une heure :

$$\frac{2.133}{570} = 3 \text{ m}^3 \text{ 9 de mélange}$$

$$\text{ou } \frac{2.133}{1.250} = 1 \text{ m}^3 \text{ 700 de gaz.}$$

Or, des expériences précises montrent que, dans un gazogène, 1 kg. de bois peut donner de 1,5 à 2 m³ de gaz utilisable dans un moteur. La consommation moyenne d'un moteur serait donc d'environ 1 kg. de bois par CV-H.

Deuxième cas. — Gaz de charbon de bois (2) de pouvoir calorifique 1.180 cal. kg. : m³ (mélange air-gaz de pouvoir

(1) D'après les valeurs des pouvoirs calorifiques, on peut déduire que 1 mètre cube de gaz de bois donne $\frac{1.250}{570} = 2 \text{ m}^3 \text{ 19}$ de mélange, c'est-à-dire que le mélange est formé de 1 mètre cube de gaz et 1 m³ 2 d'air environ.

(2) De même, 1 m³ de gaz de charbon de bois donne $\frac{1.180}{560} = 2 \text{ m}^3$ de mélange environ, c'est-à-dire que ce mélange est formé de 1 mètre cube de gaz et de 1 mètre cube d'air. En général, on compte un excès d'air d'environ 10 %.

calorique 560 cal. kg. : m³). On devra fournir en une heure

$$\frac{2.133}{560} = 3,9 \text{ m}^3 \text{ de mélange}$$

ou

$$\frac{2.133}{1.180} = 1,8 \text{ m}^3 \text{ de gaz.}$$

Or, dans un gazogène, 1 kg. de charbon de bois peut donner environ 4,5 m³ de gaz utilisable dans un moteur. La consommation de charbon de bois par CV-H serait donc voisine de :

$$\frac{1,8}{4,5} = 0,400 \text{ kg.}$$

Les chiffres indiqués ci-dessus, 1 kg. de bois ou 0,400 kg. de charbon de bois, sont inférieurs aux chiffres donnés par la pratique ; dans de bonnes installations, on atteint généralement, par CV-H :

1,200 kg. de bois ou 0,500 kg. de charbon de bois.

La différence provient de ce que, en pratique, on perd une certaine quantité de combustible au cours des nettoyages du foyer (cendres et mâchefers), et que toute l'eau d'imprégnation n'est pas toujours transformée en gaz.

115. MOTEUR ALIMENTÉ AU GAZ DES FORÊTS. — Qu'un moteur à explosion soit alimenté au Gaz des Forêts ou à l'essence, il fonctionne toujours suivant le cycle Beau de Rochas, les organes accessoires sont les mêmes et les pertes d'énergie ont les mêmes origines. Nous admettrons — et nous pouvons le faire sans grande erreur — que la nature du combustible n'influe pas sur le rapport 0,64 de la puissance disponible sur l'arbre d'un moteur réel à la puissance du moteur parfait correspondant.

Dans ces conditions, considérons un moteur à essence que nous voulons alimenter au gaz sans aucune modification préalable, tout en conservant la même vitesse de rotation. Comme le taux de compression n'a pas changé, le rendement est le même, quel que soit le combustible, mais pour 1 m³ de mélange air-essence aspiré, le moteur recevait 850 cal. kg. (Voir § 28 et § 35); tandis que si, dans le même temps, il aspire un mélange air-gaz, il ne reçoit plus que, par exemple, 560 calories. Les puissances sont donc dans le rapport :

$$\frac{\text{Puissance au gaz}}{\text{Puissance à l'essence}} = \frac{560}{850} = 0,65 \text{ environ.}$$

c'est-à-dire que le moteur perd 35 % de sa puissance ! Une telle perte est inacceptable et le moteur à essence doit être adapté pour ramener la perte de puissance à une valeur raisonnable.

116. ADAPTATION A LA MARCHE AU GAZ D'UN MOTEUR ALIMENTÉ HABITUELLEMENT A L'ESSENCE. — Il s'agit d'améliorer le rapport calculé ci-dessus. On y arrivera :

1° En augmentant le volume air-gaz introduit dans le même temps que quand le moteur fonctionnait à l'essence. Pour cela, nous avons trois moyens :

a) Augmenter la cylindrée dans toute la mesure possible.

b) Améliorer le remplissage du cylindre. Nous avons vu, en effet, que les laminages, les gaz résiduels chauds, les fuites, avaient pour effet la réduction du volume aspiré : ce volume, ramené à la température et à la pression atmosphérique, est

$$\text{inférieur à la cylindrée } V = \frac{\pi D^2}{4} \times C.$$

c) Accélérer la vitesse de rotation du moteur. Nous étudierons cette question en même temps que les transformations à apporter au véhicule (Voir § 123).

2° En relevant le rendement, c'est-à-dire en utilisant mieux les calories introduites. Ceci s'obtient en augmentant le taux de compression : si, par exemple, nous portons le taux de 6 à 8, nous portons le rendement de 26,64 à 29,76, le rapport des puissances devient :

$$\frac{\text{Puissance au gaz}}{\text{Puissance à l'essence}} = \frac{560 \times 29,76}{850 \times 26,74} = 0,735$$

au lieu de 0,65, c'est-à-dire qu'on ne perd plus que 26,5 % de la puissance lors de la marche à l'essence, au lieu de 35 % : on récupère donc 8,5 % de cette même puissance.

Il est facile de comprendre que l'influence de l'augmentation du taux sera d'autant plus sensible que le taux ancien était faible et que le taux nouveau est plus élevé.

117. AUGMENTATION DE LA CYLINDRÉE. — La cylindrée est déterminée par l'alésage et la course : il ne saurait être

question d'augmenter la course, ce qui exigerait le remplacement du vilebrequin. On ne peut donc augmenter la cylindrée que par un réalésage ou par le remplacement des chemises quand le moteur en comporte; le réalésage est limité par la nécessité de laisser une épaisseur suffisante aux parois du cylindre.

Si on appelle D l'alésage et d l'augmentation de l'alésage, on peut démontrer que la nouvelle cylindrée est égale à l'ancienne multipliée par :

$$1 + \frac{2d}{D} \quad (1)$$

Pour une course de 130 mm. et un alésage de 100 mm., la cylindrée est 1.020 cm³ (Voir § 105). Si nous portons l'alésage à 102 mm., $d = 2$ mm. et l'ancienne cylindrée, multipliée par

$$1 + \frac{2 \times 2}{100} = 1,04$$

est : $1.020 \times 1.04 = 1.061$ cm³, soit une augmentation de 4 %.

Le réalésage seul est donc insuffisant et la perte de puissance n'est que légèrement atténuée. Le rechemisage, quand il est possible, donne de meilleurs résultats. Si, par exemple, on peut porter l'alésage à 106 mm., $1 + \frac{2 \times 6}{100} = 1,12$, la cylindrée

devient 1.142 cm³, soit une augmentation de 12 %.

L'augmentation de la cylindrée donne aussi un léger relèvement du taux de compression (Voir § 119).

118. AMÉLIORATION DU REMPLISSAGE. — Il s'agit d'admettre dans le cylindre réalésé un volume de gaz aussi voisin que possible de la cylindrée

$$V = \frac{3,14 \times D^3}{4} \times C.$$

Pour cela, on s'efforcera de réduire les laminages dus aux soupapes (Voir § 110), en remplaçant, quand cela sera possible, les soupapes par d'autres de plus grand diamètre. Il sera intéressant de remplacer l'arbre à cames par un autre sur lequel les cames présenteront des rampes de levée et de chute plus rapides, la largeur au sommet de la came et la hauteur étant plus fortes : on accélère ainsi la levée et la chute de la soupape, ainsi que l'ouverture et la durée de la pleine ouverture.

(1) Le nombre donné est inférieur de quelques dix millièmes au nombre exact : l'erreur est donc insignifiante.

Le relèvement du taux de compression atténue l'influence des gaz résiduels, ainsi que nous le montrerons au paragraphe ci-après.

L'action des parois ne peut guère être modifiée, mais on peut améliorer le remplissage en s'appuyant sur les remarques suivantes :

a) Le remplissage étant conditionné par le degré de vide qui règne dans les canalisations, on évitera, sur le trajet du gaz, tous les obstacles qui ne seraient pas strictement utiles : étranglements, coudes brusques, tuyaux de diamètre trop faible ; si possible, on donnera une section plus grande aux tuyauteries d'admission et d'échappement.

b) Il y a intérêt à introduire un mélange aussi froid et sec que possible : le gaz, maintenu à une température voisine de 65 à 70° *avant les filtres* (pour éviter le colmatage des filtres), pourra être refroidi après filtrage ; la prise d'air du mélangeur se fera, autant que possible, en dehors du capot, à l'intérieur duquel la température est toujours assez élevée ; enfin, on éloignera la tubulure d'admission de la tubulure d'échappement.

c) Enfin, on veillera, en conduisant, à obtenir un mélange aussi riche que possible en réglant convenablement l'entrée d'air secondaire au mélangeur : le moteur est très sensible à ce réglage.

119. RELÈVEMENT DU TAUX DE COMPRESSION. — On obtient toujours un meilleur rendement en relevant le taux de compression et en augmentant l'avance à l'allumage : avant de démonter le moteur, on mesurera le taux de compression par le procédé indiqué au paragraphe 106.

L'examen de la formule qui permet de calculer le taux de compression :

$$t = 1 + \frac{V}{v}$$

montre que ce taux sera plus élevé si on augmente la cylindrée V et si on diminue v .

Le volume V est augmenté, ainsi qu'il vient d'être dit, par le réalésage ou le rechemisage. Si nous conservons les notations du paragraphe 117, on peut démontrer que l'augmentation d de l'alésage D relève le taux de compression t d'une quantité égale à :

$$\frac{2d}{D} (t - 1)$$

Si, par exemple, le taux est 6, il augmente :

$$\text{Pour } D = 100 \text{ et } d = 6, \text{ de } \frac{2 \times 2}{100} \times 5 = 0,20.$$

$$\text{Pour } D = 100 \text{ et } d = 2, \text{ de } \frac{2 \times 6}{100} \times 5 = 0,60.$$

Il devient donc 6,2 dans le premier cas (réalésage) et 6,6 dans le second (rechemisage).

Comme l'augmentation du taux de compression par réalésage est le plus souvent insuffisante, il faut chercher à réduire le volume v de la chambre. On peut pour cela utiliser une autre culasse donnant le taux voulu, taux limité d'ailleurs par la résistance des organes ; mais si l'on estime la dépense trop élevée, on peut employer les artifices suivants :

1° Remplacer les pistons par d'autres pour lesquels la distance de l'axe du pied de bielle au fond est plus grande de la quantité x que l'on calcule par la formule suivante dans laquelle T désigne le taux cherché :

$$x = C \times \frac{T - t}{(T - 1) \times (t - 1)}$$

Exemple : $C = 130$, $t = 6,2$. Si on veut que T devienne égal à 7,5, on donnera à x la valeur :

$$x = 130 \times \frac{(7,5 - 1) \times (6,2 - 1)}{7,5 - 6,2} = 130 \times \frac{1,5}{6,5 \times 5,2} = 5 \text{ mm.}$$

2° Souder une plaque de diamètre $D + d$, d'épaisseur x dans la cavité de la culasse ou sur le fond du piston, mais ces deux modifications risquent de gêner le refroidissement de la culasse ou du piston, de plus les pistons sont déséquilibrés ; nous déconseillons ces deux transformations.

3° Raboter une épaisseur x sur l'une des faces du joint cylindre-carter ou cylindre-culasse ;

4° Si la culasse comporte des bouchons de soupapes, on peut leur rapporter des bossages pénétrant davantage dans la chambre.

On peut d'ailleurs combiner ces divers procédés de façon à réaliser la valeur x calculée. On veillera à éviter : que le segment supérieur du piston ne sorte pas du cylindre, que le fond du piston vienne toucher la culasse, que les soupapes ne butent contre le bouchon.

Sur un moteur construit pour marcher spécialement au Gaz des Forêts, le résultat optimum semble être atteint avec un taux compris entre 9 e 9,5, mais cette valeur ne peut être obtenue lors de l'adaptation d'un moteur à essence, en raison de la fatigue supplémentaire des organes, qui n'ont pas été étudiés pour la marche au gaz. On ne dépasse guère un taux de 7,5 à 8 pour un moteur adapté. Par contre, le taux de 9,5 s'obtient aisément lorsqu'il s'agit de l'adaptation d'un moteur Diesel, puisque, dans ce cas, on doit réduire le taux de compression. (1)

Remarquons que le relèvement du taux de compression diminue le volume v des gaz résiduels de la fin de l'échappement et que, en conséquence, ces gaz ont une influence moins marquée sur la dilatation des gaz frais et le remplissage est meilleur.

120. ENRICHISSEMENT DU GAZ. — Le moteur d'un véhicule peut, dans certains cas, avoir à vaincre des résistances variables : c'est ce qui se passe pour un camion dont l'itinéraire présente de fortes côtes ou pour un tracteur qui, dans un champ, traverse une zone difficile, « un loup », ou encore doit démarrer souvent, après avoir tourné au bout de chaque raie.

Pour parer à ces à-coups, on peut momentanément augmenter la puissance du moteur alimenté au gaz, par l'addition au mélange détonant d'une petite quantité d'essence.

Avec une tubulure d'admission bien calculée et un carburateur de modèle réduit dans lequel la buse et le gicleur sont de dimensions convenables, ce procédé est très efficace et sans danger pour les attelages si l'avance est réglée en conséquence.

De nombreuses applications pratiques ont montré que le gain obtenu pouvait atteindre 25 %.

Il convient d'observer que les calories du carburant liquide sont mieux utilisées en marche mixte, la grande dilution de la vapeur d'essence écartant les risques de détonation qui pourraient provenir de la haute compression du moteur; de plus, l'essence introduite dans le mélange se substitue à une partie du charbon et diminue par conséquent, dans une certaine mesure, la consommation de celui-ci.

Pour donner toute son efficacité et rester économique, l'enrichissement doit être de préférence intermittent, et n'intervenir que dans certaines parties du parcours trop pénibles pour le moteur alimenté au gaz seul.

Il est de plus indispensable de pouvoir passer de la marche

(1) Pour calculer la valeur de x pour un moteur Diesel, il suffit de permuter T et t .

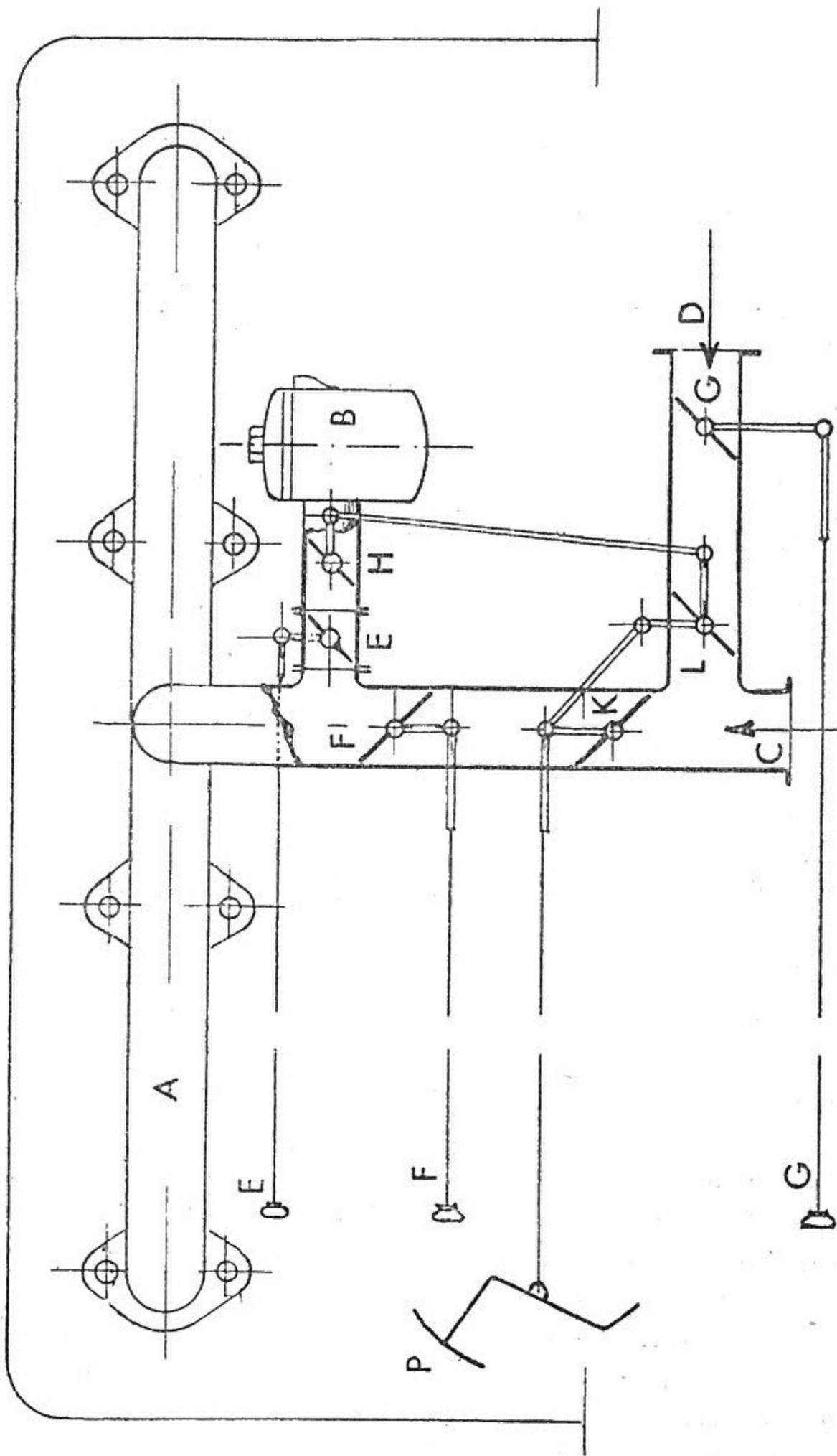


FIG. 34. — Schéma d'un enrichisseur de mélange.

- A. Pipe d'aspiration du moteur,
- B. Carburateur auxiliaire.
- C. Arrivée du gaz.
- D. Arrivée d'air secondaire.
- E. Volet d'isolement du circuit essence.
- F. Volet d'isolement du circuit gaz.
- G. Volet de réglage air secondaire.
- H, K, L. Papillons conjugués permettant la manœuvre simultanée au pied des volets d'air, de gaz et d'essence.
- P. Pédale d'accélérateur.

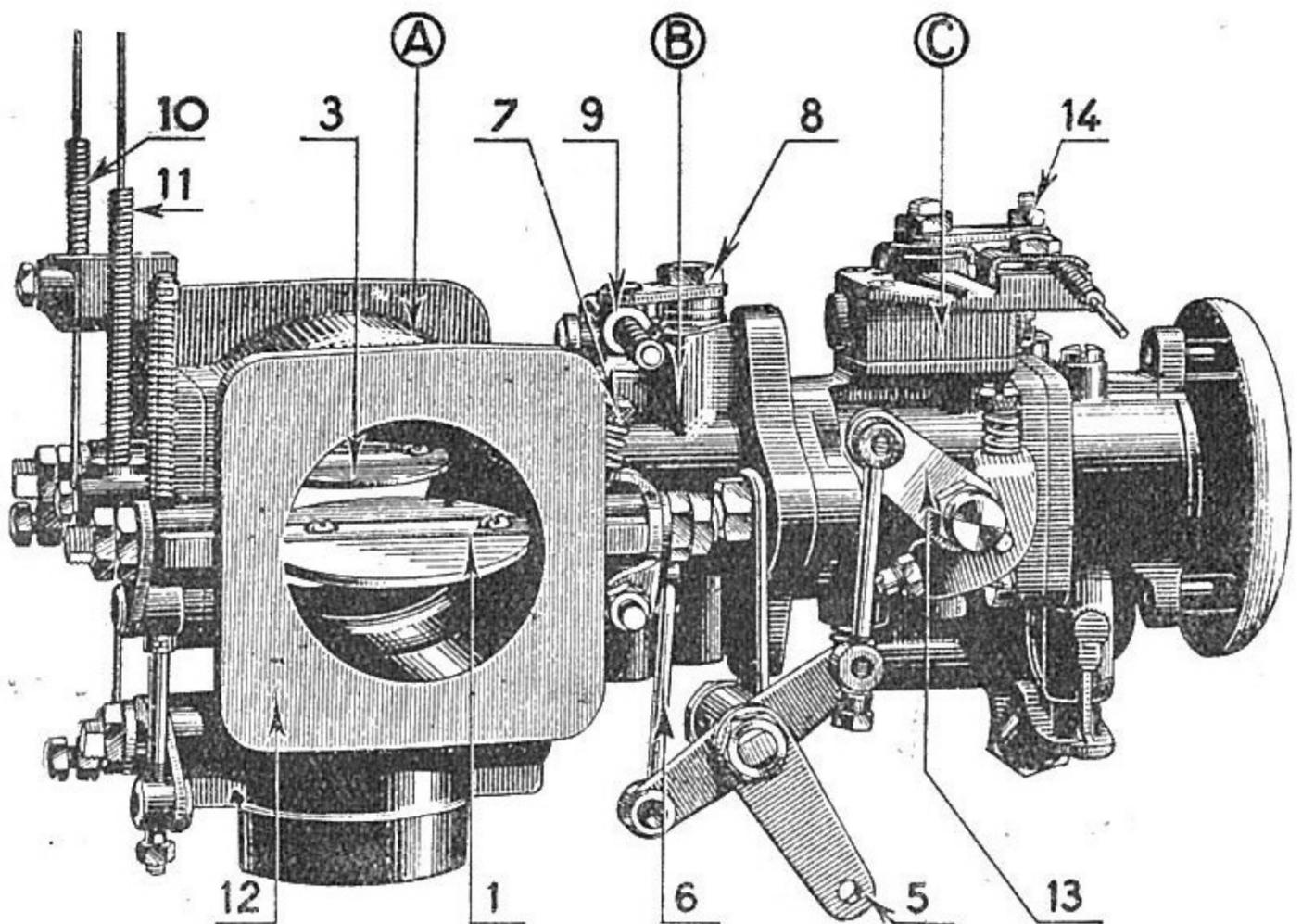


FIG. 35. — Le Carburateur-Mélangeur Solex, vu côté moteur, orienté horizontalement.

A) Mélangeur. — B) Corps interrupteur. — C) Carburateur horizontal.

- | | |
|---|---|
| 1. Papillon (1) (accélérateur gaz). | 9. Bielle de liaison des papillons (3) et (4). |
| 3. Papillon (3) (sur la conduite de gaz). | 10. Tirette de commande des papillons (3), (4). |
| 5. Levier relié à la pédale d'accélérateur. | 11. Tirette de commande du papillon d'air (2). |
| 6. Bielle de commande du papillon (1). | 12. Bride carrée de fixation au moteur. |
| 7. Vis de réglage de ralenti. | 13. Levier de gaz du carburateur. |
| 8. Axe du papillon (4). | 14. Levier du starter. |

mixte à la marche au gaz ou inversement sans qu'il en résulte une complication dans la conduite du véhicule.

Ce but ne peut être atteint que dans la mesure où l'on peut à volonté isoler le carburateur par la manœuvre d'une commande simple et rapide analogue à celles que l'on utilise pour l'allumage ou l'extinction des phares.

Lorsque le carburateur est mis en circuit, il est préférable que l'enrichissement soit automatique et joue quel que soit le régime du moteur.

Un conducteur consciencieux doit obtenir un rendement optimum de son moteur avec une consommation d'essence (poids lourds ou supercarburant) ne dépassant pas, démarrage compris, 2 à 3 litres aux 100 kilomètres.

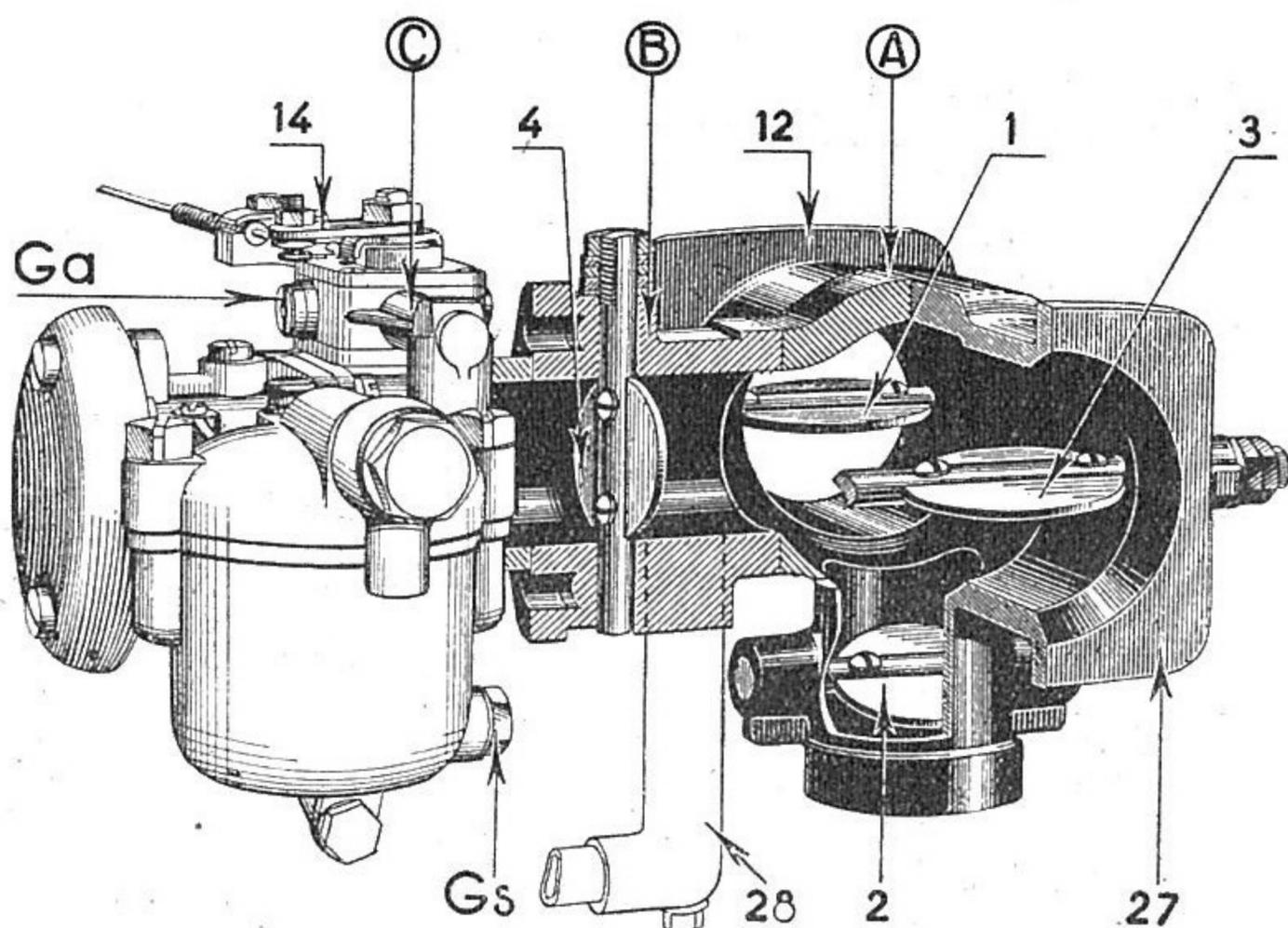


FIG. 36. — Coupe schématique du Mélangeur Solex, orienté horizontalement.

A) Mélangeur. — B) Corps interrupteur. — C) Carburateur horizontal.

- | | |
|--|--|
| 1. Papillon (1) (accélérateur gaz). | 14. Levier de starter. |
| 2. Papillon (2) (réglage d'air). | 27. Bride carrée de raccordement au gazogène. |
| 3. Papillon (3) (ouvert : marche au gaz). | Ga. Gicleur d'air de starter. |
| 4. Papillon (4) (ouvert : marche à l'essence). | Gs. Gicleur d'essence de starter. |
| 12. Bride carrée de fixation au moteur. | 28. Raccord orientable pour tuyauterie auxiliaire. |

La figure 34 donne à titre d'exemple le schéma d'un dispositif réalisé par les Etablissements Laurent ; les figures 35 et 36 représentent le Carburateur-Mélangeur Solex pour gazogènes.

Le carburateur-mélangeur Solex (fig. 35 et 36) comporte trois parties principales :

Le corps principal (A) formant mélangeur ;

Le corps interrupteur (B) avec raccord pour tuyauterie auxiliaire (sur demande) ;

Le carburateur de départ (C).

Lorsque les trois parties sont assemblées, le système comprend quatre papillons, plus le papillon du carburateur.

Le papillon 1 et celui du carburateur sont reliés par une tringlerie et fonctionnent ensemble, commandés par la pédale

de l'accélérateur. Le papillon 2 de réglage d'air est commandé par une tirette, mais il est également relié au papillon « 1 » par une commande mi-positive dont on étudie plus loin le fonctionnement.

Les deux autres papillons, 3 sur la tubulure du gazogène et 4 sur la tuyauterie air-essence, sont également accouplés, avec cette différence que les sens d'ouverture sont inverses, c'est-à-dire que lorsque l'un des papillons s'ouvre, l'autre se ferme.

Le rôle et le fonctionnement des différents papillons sont les suivants :

Le papillon 1, qui se trouve le plus près du moteur, permet de faire varier l'alimentation, qu'elle soit au gaz, à l'essence, ou mixte gaz-essence. Ce papillon est commandé directement par la tringlerie de la pédale d'accélérateur.

Le papillon 2 permet de doser l'air nécessaire au gaz pour la combustion. Ce dosage ne peut être absolument automatique pour différentes raisons et c'est pourquoi l'ouverture maximum du papillon 2 se règle à l'aide d'une commande à main. D'autre part, lorsque le moteur tourne au ralenti, cette entrée d'air doit être réduite très sensiblement. Cette fermeture minimum fait partie du réglage du ralenti.

La commande mi-positive établie pour le papillon 2 est une liaison avec le papillon 1 qui lui permet de s'ouvrir et de se fermer automatiquement (et en synchronisation avec le papillon 1) entre les deux positions extrêmes indiquées ci-dessus, celle du ralenti et celle de l'ouverture maximum variable au gré du conducteur.

La commande est dite mi-positive parce que, au delà de ces deux positions extrêmes, l'entraînement par le papillon 1 est sans effet. La commande à main permet également de fermer complètement le papillon d'air pour le départ à l'essence.

Les papillons 3 et 4 sont commandés par une tirette à la disposition du conducteur. En la tirant à fond, le papillon 3 se ferme complètement, supprimant la communication avec le gazogène et le papillon 4 s'ouvre, établissant la communication avec le carburateur. Dans cette position, le moteur sera alimenté uniquement par le carburateur. En repoussant progressivement cette tirette, le gazogène s'amorce et l'alimentation par le carburateur diminue. À fond, l'alimentation à l'essence est supprimée.

Pour la marche mixte essence-gaz, il suffit de tirer légèrement la tirette. Comme les leviers commandant les papillons 3 et 4 sont de longueurs différentes, à une fermeture insensible du papillon 3 correspond une ouverture suffisante du papillon 4,

permettant une arrivée d'air-essence additionnelle suffisante pour renforcer la puissance développée par le moteur.

Le papillon du carburateur est accouplé directement à la tringlerie de la pédale d'accélérateur par l'intermédiaire du levier qui commande également le papillon 1.

On remarque que le carburateur prévu est un appareil strictement de série. Il sera généralement muni d'un réglage réduit permettant la mise en marche du moteur et la mise en action du gazogène, ainsi que, éventuellement, la marche sur l'essence à puissance sensiblement inférieure à celle développée dans le cas de la marche au gaz.

121. L'APPAREIL D'ALLUMAGE. — S'il s'agit d'un moteur adapté, il n'est pas absolument indispensable de changer l'appareil d'allumage, magnéto ou bobine, et il peut suffire de changer les bougies, que l'on choisira d'un type spécial avec partie extérieure d'isolant d'environ 3 centimètres. L'écartement des pointes de bougies est alors réglé entre 3 et 5 dixièmes de millimètre (Voir § 76-5° et 103-V).

Avec un moteur à gaz neuf, il est préférable d'employer une magnéto ou une bobine donnant une tension de 15.000 à 18.000 volts et cela est logique aussi avec un moteur adapté. En effet, les magnétos et bobines utilisées pour les moteurs à essence donnent une tension d'environ 11.000 volts et cette tension permet de régler les pointes à 5 ou 6 dixièmes pour un taux de compression de 6.

Si l'appareil d'allumage n'est pas changé, pour éviter que l'étincelle ne jaillisse entre l'extrémité du fil de bougie et la masse (car la compression d'un gaz augmente sa résistance électrique), il faut réduire l'écartement des pointes : celles-ci risquent de chauffer et de provoquer des explosions à contre-temps ; de plus, leur usure est rapide. Avec un système d'allumage donnant 15.000 à 18.000 volts, l'écartement habituel de 5 à 6 dixièmes peut être conservé, mais, pour éviter que l'étincelle ne jaillisse à l'extérieur, l'isolant externe doit avoir au moins 3 centimètres de longueur.

122. GRAISSAGE. — L'emploi du gaz des forêts est sans influence sensible sur le graissage ; on peut donc employer les mêmes qualités d'huile qu'avec un moteur à essence. On constate souvent que les vidanges d'huile du moteur peuvent être plus espacées, car le gaz ne dilue pas l'huile comme le fait l'essence.

En vue de lubrifier les hauts de cylindre, il peut être intéressant de faire barboter le gaz dans un bain d'huile (procédé Carbogaz). Le procédé « Interlub » donne également de bons résultats.

123. MODIFICATIONS A APPORTER AU VÉHICULE DANS LE CAS D'UN MOTEUR ADAPTÉ. — Nous laisserons le côté le cas d'un véhicule neuf à gazogène, pour lequel le constructeur a fait les études nécessaires, et nous considérerons seulement les modifications à faire subir à un véhicule marchant habituellement à l'essence.

Avant d'enlever le moteur, il est bon de placer successivement les roues sur la plate-forme d'un pont-bascule, afin de mesurer les charges supportées par chacune d'elles ; on peut également noter les flèches des ressorts.

Lors du montage des appareils, on s'efforcera d'obtenir une répartition des poids telle qu'en procédant à une seconde pesée on puisse vérifier que les nouvelles charges supportées par les essieux restent proportionnelles aux anciennes. En principe, les roues d'un même essieu doivent être également chargées ; on évite ainsi un déplacement du centre de gravité nuisible à la bonne tenue de route du véhicule. Suivant l'importance de l'accroissement des poids ou des flèches constaté, on pourra être amené à renforcer les ressorts et à changer les pneus.

L'emplacement du gazogène et des appareils auxiliaires dépend de la disposition du châssis, de la nature du véhicule et du service auquel il est affecté.

Voici quelques exemples d'adaptation :

a) *Voitures de tourisme.* — Les deux appareils, gazogène et épurateur, sont placés de part et d'autre du capot dans une échancrure des ailes avant, ou disposés côte à côte dans la malle arrière. Dans ce dernier cas, un intervalle suffisant sera ménagé entre eux, afin de réduire au minimum les échanges thermiques et le réchauffage du gaz. Le refroidisseur, constitué par un caisson à ailettes ou un long tube de gros diamètre, trouve sa place entre les longerons du châssis. Il faut veiller à ce qu'il ne gêne pas l'arbre de transmission et le pont arrière dans leurs déplacements verticaux. Les appareils peuvent aussi être montés sur une remorque à une ou deux roues : cette solution semble jouir d'une certaine faveur actuellement.

b) *Camions.* — Le plus souvent, le gazogène et l'épurateur sont constitués par deux capacités cylindriques que l'on dispose symétriquement de part et d'autre et un peu en arrière de la cabine du conducteur.

c) *Autobus*. — La disposition adoptée pour les camions gênerait le mouvement des voyageurs ; les deux appareils, générateur et épurateur, sont reportés à l'arrière du véhicule ou bien placés tous les deux dans un caisson extérieur façonné en forme de coffre à bagages.

Quelle que soit la disposition adoptée, les régions très chaudes de l'installation seront séparées de la carrosserie par un carton d'amiante de 3 à 5 mm. d'épaisseur. Lorsque l'on juge utile de masquer l'installation par une tôle, des événements devront permettre une circulation d'air autour des appareils.

Des dégagements seront prévus pour faciliter les visites, les nettoyages, les manœuvres ; des protections seront établies contre les projections d'eau et de boue.

D'autre part, nous avons vu que la substitution de l'alimentation au gaz à l'alimentation à l'essence a comme conséquence une perte de puissance que les moyens indiqués plus haut ne permettent pas toujours de faire disparaître entièrement. Cependant, il est possible d'améliorer l'exploitation du véhicule en augmentant la démultiplication du couple conique, c'est-à-dire en diminuant le rayon du pignon d'attaque et en augmentant le rayon de la couronne du différentiel. Or, augmenter ce dernier rayon revient à réduire l'effort résistant opposé par la dent de la couronne à la dent en prise du pignon d'attaque et, par conséquent, l'effort moteur à fournir sur cette dernière dent. On pourra donc faire tourner le moteur plus vite : la cylindrée-minute augmentera et il en sera de même de la puissance (Voir § 116-c).

Considérons, par exemple, deux véhicules pourvus, l'un d'un moteur à essence tournant à 2.500 tours, l'autre du même moteur, mais corrigé pour marcher au gaz, et donnant à 2.500 tours une puissance inférieure de 10 % à celle du premier. L'effort moteur exercé par le second sur la dent de la couronne du différentiel sera plus faible que l'effort exercé par le moteur à essence et cela entraînera une différence sensible dans les performances réalisées. Par exemple, le moteur adapté présentera moins d'aptitude que le moteur d'origine pour monter les côtes et en palier sa vitesse ne sera équivalente à la vitesse de l'autre que si le poids à transporter est moins important.

Supposons que, en augmentant la démultiplication du véhicule à gazogène, nous puissions pousser son moteur à 2.800 tours par exemple : nous obtiendrons en palier une vitesse équivalente à celle que le véhicule pouvait obtenir antérieurement ; en outre, le moteur sera plus nerveux, ses reprises

seront plus franches, la puissance ayant augmenté en même temps que la vitesse de rotation du vilebrequin. Les performances du véhicule se rapprocheront de celles du véhicule à essence.

On ne saurait évidemment exagérer cet accroissement de la démultiplication, car, lorsque le régime du moteur dépasse une certaine valeur, la puissance baisse par suite de l'importance que prennent les frottements, les pertes de charge dans les tuyauteries, les laminages ; en outre, le refroidissement devient moins bon ; le rendement net du moteur décroît et la consommation augmente. Il faut en outre que les dimensions intérieures du carter du pont arrière permettent l'emploi de nouveaux engrenages.

Nous donnons ci-après un exemple d'adaptation dont les éléments ont été relevés sur un véhicule utilisé pour un service de transports en commun, par la Compagnie l'Ouest Electrique.

124. AVANT-PROJET D'ADAPTATION D'UN GAZOGENE SUR UN VEHICULE A ESSENCE. — Il s'agit d'un véhicule Citroën type 45.

Le groupe moteur comporte 6 cylindres, $D=94$ et $C=110$, de 4 l. 58 de cylindrée dont le taux de compression est 5 pour la marche à l'essence (une culasse spéciale permet de porter ce taux à 6,2 pour la marche à l'essence poids lourd). Le régime normal est 2.800 tours-minute.

Le pont arrière est à double démultiplication constituée par un couple conique 10-29 dents et un couple cylindrique 12-29 dents, donnant une démultiplication totale de $\frac{29 \times 29}{10 \times 12} = 7$.

La culasse donnant 6,2 comme taux de compression est adoptée avant toute autre transformation.

Par remplacement des chemises, l'alésage a été porté de 94 à 100, soit $d = 6$ mm. La cylindrée totale par cycle a donc été multipliée par (Voir § 117) :

$$1 + \frac{2 \times 6}{94} = 1,128,$$

soit une augmentation de 12,8 %. Elle est devenue :

$$4,58 \times 1,128 = 5 \text{ l. } 16.$$

Par le réalésage, le taux de compression a augmenté de (Voir § 119) :

$$\frac{2 d}{D} \times (t-1) = \frac{2 \times 6}{94} = 5,2 = 0,65 ;$$

il est devenu $6,2 + 0,65 = 6,85$.

Il a été jugé possible de porter ce taux à 7,9, en remplaçant les pistons par d'autres, tels que la distance du fond à l'axe d'articulation au pied de bielle était augmentée de :

$$x = C \times \frac{T-t}{(T-1)(t-1)} = 110 \times \frac{7,9-6,85}{6,9 \times 5,85} = 2,8 \text{ mm.}$$

Cette dimension a été légèrement diminuée, les fonds des pistons étant bombés. Les nouveaux pistons, en aluminium, ne pesaient que 950 grammes, alors que les précédents pesaient 1.000 grammes.

Le remplissage a été amélioré par une augmentation de section de la tubulure d'admission, qui a été éloignée le plus possible de la tubulure d'échappement. Nous admettons que le coefficient de remplissage est 0,9 pour la marche normale.

Supposons maintenant que le moteur tourne encore à raison de 2.800 tours-minute. Le volume aspiré en une heure est :

$$5,16 \times \frac{2.800}{2} \times 60 \times 0,9 = 390 \text{ m}^3 \text{ de mélange,}$$

contenant (Voir note du § 114) :

$$\frac{390}{2,1} = 185 \text{ m}^3 \text{ de gaz.}$$

1 kilo de charbon de bois donnant de 4,5 à 5 m³ de gaz, la consommation horaire peut donc être évaluée à :

$$177 = 39 \text{ kilos par heure.}$$

Le poids spécifique du charbon de bois peut être pris égal à 0,280 kilogramme-litre ; le volume de combustible correspondant à une heure de marche est donc :

$$\frac{39}{0,28} = 139 \text{ litres.}$$

Or, une trémie cylindrique de 50 centimètres de diamètre et 1 mètre de haut a un volume de :

$$\frac{3,14 \times 5 \times 5}{4} \times 10 = 196 \text{ litres.}$$

Si l'on veut assurer une marche de deux heures sans rechargement, la trémie devra pouvoir recevoir au moins $139 \times 2 = 278$ litres de charbon et sa hauteur utile sera :

$$\frac{139 \times 2}{196} = 1 \text{ m. } 40,$$

soit une hauteur totale de 1 m. 70 à 1 m. 80, compte tenu de

la hauteur du foyer et des organes de manœuvre de la porte de chargement.

En ce qui concerne la démultiplication, seul le couple conique 10-29 a été remplacé par un couple 9-29 et la démultiplication est passée de 7 à :

$$\frac{29 \times 29}{9 \times 12} = 7,8.$$

Il faut noter que l'on ne peut, sans une dépense prohibitive, modifier beaucoup la démultiplication : on est limité, en effet, par l'emplacement disponible dans le carter du différentiel et par la nécessité de conserver aux dents une épaisseur suffisante. Le garagiste qui entreprend l'installation des gazogènes sur des véhicules doit s'adresser à son fournisseur habituel pour obtenir un couple voisin de celui qu'il veut remplacer.

Avec la nouvelle démultiplication, quand le moteur tourne à 2.800 tours-minute, la roue fait, en prise directe,

$\frac{2.800}{7,8} = 360$ tours. Si la roue a un diamètre moyen de 1 mètre, la vitesse de la voiture est $3,14 \times 1 \times 360 = 1.130$ mètres-minute ou $1,13 \times 60 = 67$ kilomètres-heure.

Le rayon d'action est donc 135 kilomètres et la consommation aux 100 kilomètres est :

$$\frac{39 \times 100}{67} = 58 \text{ kilos.}$$

Il faut remarquer que les dimensions et les performances indiquées ci-dessus sont évaluées. On constatera inévitablement des différences dans les chiffres de consommation, de vitesse et de rayon d'action, car nos calculs sont faits en supposant que la voiture ne cesse de rouler à 67 kilomètres-heure, en palier, en atmosphère calme, toutes conditions idéales impossibles à réaliser.

CHAPITRE VII

L'emploi du gazogène est sans danger

125. IL N'Y A AUCUN DANGER POUR LES PASSAGERS. — L'oxyde de carbone produit par le générateur est un poison violent ; il suffit que l'atmosphère en contienne 13/10.000 pour qu'il puisse provoquer des accidents.

Son emploi ne présente cependant aucun danger pour les conducteurs ou pour les passagers. La Commission d'Expérimentation du Matériel Automobile de l'Armée a fait, à ce sujet, des expériences dont les résultats ont été communiqués par le Ministère de la Guerre; en aucun cas, la teneur en oxyde de carbone n'a dépassé 18/100.000 à l'intérieur de la carrosserie et 10/100.000 dans la cabine du conducteur, soit une proportion dix fois plus faible que celle qui commence à être dangereuse.

Cette proportion insignifiante de gaz nocifs vient de ce qu'en cours de fonctionnement la pression dans les appareils et les canalisations est toujours inférieure à la pression atmosphérique, de sorte que tout défaut éventuel d'étanchéité a pour conséquence une entrée d'air et non une sortie de gaz toxique.

126. QUELQUES PRÉCAUTIONS A PRENDRE. — Pour éviter toute déconvenue, certaines précautions indispensables doivent être prises.

Le gazogène doit être, en principe, éteint le soir ; si néanmoins on se trouve dans l'obligation de laisser le foyer allumé en veilleuse pendant la nuit, il est recommandé de ne pas séjourner à proximité des appareils sans avoir préalablement assuré une aération suffisante du garage. Dans les mêmes conditions de mise en veilleuse, le conducteur évitera de dormir dans la cabine ou dans la caisse du véhicule.

On ne doit pas perdre de vue qu'en cours d'allumage les gaz qui sortent de l'aspirateur contiennent une forte proportion d'oxyde de carbone ; il faudra donc veiller à ne pas mettre en marche un tel appareil dans une remise trop exigüe et close. On recommande de présenter une flamme au refoulement de l'aspirateur pour brûler les gaz formés. La bonne combustion de ces gaz indique, au surplus, que le gazogène est prêt à fonctionner.

Enfin, au cours des rechargements, le foyer étant en activité, il se produit fréquemment une explosion spontanée un instant après que l'on a ouvert le couvercle supérieur de la trémie.

Pour procéder au remplissage, le mécanicien attendra donc que cette explosion ait eu lieu ou, mieux encore, la provoquera en approchant une flamme de l'ouverture. Il agira de même lorsqu'il voudra rompre une voûte du combustible ou contrôler le contenu de l'appareil. Il pourra également dans ce cas laisser le moteur tourner au ralenti.

L'observation de ces précautions très simples met à l'abri de quelques inconvénients que peut présenter le gazogène, dont les avantages restent incontestables.

On remarquera notamment que l'emploi des carburants forestiers élimine le risque d'incendie grave qui complique souvent l'accident banal survenant à un véhicule alimenté à l'essence.

Cette sécurité supplémentaire s'ajoute aux qualités d'économie, de simplicité et d'indépendance que l'on peut attendre de ce précieux auxiliaire des transports : le Gaz des Forêts.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE I

Introduction à l'étude des gazogènes et des moteurs
au Gaz des Forêts.

	PAGES
A. — <i>NOTIONS DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE</i>	11
1. L'air, l'oxygène, l'azote. — 2. Mélanges et combinaisons. — 3. Oxydation, combustion. — 4. Calorie. — 5. Température et quantité de chaleur. — 6. Pression atmosphérique. Vide ou dépression. Mesure de la dépression dans un gazogène. — 7. Pouvoir calorifique. — 8. Produits de la combustion. — 9. L'eau. — 10. Dissociation de la vapeur d'eau. — 11. Gazogène. — 12. Le Gaz des Forêts. — 13. Compression d'un gaz. — 14. Echauffement d'un gaz. Avance à l'allumage. — 15. Détente d'un gaz.	
B. — <i>PRINCIPES DE MECANIQUE</i>	26
16. Force. — 17. Travail. — 18. Puissance. — 19. Rendement organique de la transmission. — 20. Equivalent mécanique de la calorie. — 21. Cheval-heure. Equivalent calorifique du cheval-heure. — 22. Rendement thermique d'un moteur. Consommation.	

CHAPITRE II

Les carburants forestiers.

23. La Forêt française	31
A. — <i>LE BOIS</i>	32
24. Essences. — 25. Bois vert, bois sec, séchage. — 26. Usages commerciaux. — 27. Débit et stockage. 28. Propriétés du bois et du gaz de bois (densité du bois, pouvoirs calorifiques, consommation). — 29. Cendres, écorçage.	

	PAGES
B. — <i>LE CHARBON DE BOIS</i>	39
30. Procédé des meules forestières. — 31. Procédé des fours métalliques démontables. — 32. Distillation du bois. — 33. Préparation et stockage du charbon de bois. — 34. Normes commerciales du charbon de bois. — 35. Quelques propriétés du charbon de bois et du gaz de charbon de bois. — 36. Comparaison du bois et du charbon de bois.	
C. — <i>CHARBON ROUX. — AGGLOMERES</i>	47
37. Charbon roux ou bois torréfié. — 38. Agglomérés.	
D. — <i>COMBUSTIBLES D'ORIGINE MINERALE AUTRES CARBURANTS DE REMPLACEMENT</i> ..	48
CHAPITRE III	
Généralités sur les gazogènes.	
40. Eléments de l'installation	51
A. — <i>LE GENERATEUR</i>	51
41. Le générateur. — 42. Tirage direct. — 43. Tirage inversé. — 44. Gazogène à air pulsé, tirage par aspiration. — 45. Accès de l'air au foyer : entrée annulaire et périphérique, événements, entrée par tuyère. — 46. Réchauffage de l'air primaire. — 47. Garniture réfractaire. — 48. Injection d'eau.	
B. — <i>LE REFROIDISSEUR</i>	57
49. Nécessité de refroidir le gaz.	
C. — <i>LES EPURATEURS</i>	59
50. Nécessité de l'épuration. — 51. Epuration du gaz de bois. — 52. Epuration du gaz de charbon de bois.	
D. — <i>LE MELANGEUR</i>	61
53. Le rôle du mélangeur. — 54. Eléments du mélangeur. — 55. Le réglage de la puissance. — 56. Carburateur auxiliaire.	
E. — <i>L'ASPIRATEUR D'ALLUMAGE</i>	64
57. Son rôle. — 58. Départ du gaz. — 59. Départ de l'essence.	
F. — <i>INCIDENTS</i>	65
60. Les causes. — 61. Les joints. — 62. Explosions dans les gazogènes.	

CHAPITRE IV

Etude de quelques gazogènes.

	PAGES
I. — GAZOGENE A BOIS.....	69
(Type BERLIET. Licence IMBERT DE DIETRICH.)	
63. Description. — 64. Fonctionnement. — 65. Refroidisseur. — 66. Epurateur. — 67. Mélangeur ou prise d'air. — 68. Allumage et départ au gaz. — 69. Allumage et départ à l'essence. — 70. Conduite du moteur. — 71. Mise en veilleuse. — 72. Conduite du véhicule. — 73. Mélangeur Renault avec bypass. — 74. Rechargements. — 75. Entratien. — 76. Incidents.	
II. — GAZOGENE A CHARBON DE BOIS A ADMISSION D'AIR ANNULAIRE OU PERIPHERIQUE.....	79
(Type PANHARD et LEVASSOR.)	
77. Description. — 78. Fonctionnement. — 79. Le refroidisseur. — 80. L'épurateur. — 81. Le mélangeur. — 82. Les commandes. — 83. Allumage du gazogène. — 84. Départ au gaz. — 85. Départ mixte. — 86. Allumage du gazogène et départ à l'essence. — 87. Sur la route. — 88. Mise en veilleuse. — 89. Chargement. — 90. Entretien. — 91. Changer un élément de filtre. — 92. Changer un joint de refroidisseur. — 93. Quelques incidents.	
III. — GAZOGENE A CHARBON DE BOIS A ADMISSION D'AIR PAR TUYERES.....	92
A. — <i>Tuyères à refroidissement par circulation d'eau</i>	
(Type GOHIN-POULENC.)	
94. Description. — 95. Chargement. — 96. Le refroidisseur. — 97. Le filtre à éléments tubulaires. — 98. Les organes d'admission. — 99. Allumage et départ au gaz. — 100. Allumage et départ à l'essence. — 101. Tuyère de ralenti. — 102. Entretien. — 103. Incidents.	
B. — <i>Tuyères à refroidissement par air</i>	
(Type GAZAUTO.)	
CHAPITRE V	
Essais des gazogènes.....	110

CHAPITRE VI

Le moteur au Gaz des Forêts.

	PAGES
<i>ADAPTATION DU MOTEUR A ESSENCE</i>	
<i>ADAPTATION DU VEHICULE.....</i>	113
104. Le cycle. — 105. Quelques définitions. — 106. Taux de compression. — 107. Moteur parfait. — 108. Rendement thermique théorique. — 109. Retard dans la combustion. Avance à l'allumage. — 110. Laminages. — 111. Influence des parois. Fuites. Rendement du cylindre. — 112. Puissance absorbée par les frottements et les organes accessoires. Rendement organique. — 113. Rendement net. — 114. Consommation. — 115. Moteur alimenté au Gaz des Forêts. — 116. Adaptation à la marche au gaz d'un moteur alimenté habituellement à l'essence. — 117. Augmentation de la cylindrée. — 118. Amélioration du remplissage. — 119. Relèvement du taux de compression. — 120. Enrichissement du gaz. — 121. L'appareil d'allumage. — 122. Graissage. — 123. Modifications à apporter au véhicule, dans le cas d'un moteur adapté. — 124. Avant-projet d'adaptation d'un gazogène sur un véhicule à essence.	

CHAPITRE VII

L'emploi du gazogène est sans danger ... 139

125. Il n'y a aucun danger pour le passager. — 126. Quelques précautions à prendre.	
---	--

Vient de paraître

CONSTRUCTION ET MONTAGE
DES
GAZOGÈNES

Conditions d'homologation

Cahier des charges

Recueil des
NORMES PRINCIPALES

Prescriptions relatives
à la sécurité

Extraits des documents officiels du
Ministère de la Production Industrielle
et du Travail

Prix fixé par l'Administration : 18 fr. Franco : 19.50

CHÈQUES POSTAUX : Clermont-Fd 282-II

Etienne CHIRON, Editeur

40, RUE DE SEINE
PARIS - VI'

8, RUE RAMEAU
CLERMONT-FERRAND

Vient de paraître

RECUEIL
DES
TEXTES OFFICIELS
concernant
LES GAZOGÈNES
ET LES COMBUSTIBLES
utilisés comme carburants

Exploitation forestière

Carbonisation

Fabrication & utilisation
des Gazogènes

Commentaire général

Modèles
des formules officielles

PRIX : 6 francs

Franco : 6 fr. 50

Chèques Postaux : Clermont-Ferrand 282.11

Etienne CHIRON, éditeur

40, RUE DE SEINE
PARIS - VI^e

8, RUE RAMEAU
CLERMONT-FERRAND

Prix: **25 Fr.**

IMP. MONT-LOUIS, CLERMONT-FD-PARIS.

M. H. 1940-2