

N.-L. ERPELDING

Ingenieur - Motoriste (S. I. A.)

DONNÉES PRATIQUES

POUR

L'INSTALLATION

ET LA CONDUITE

DES GAZOGÈNES

D'AUTOMOBILES

CHOIX DE L'INSTALLATION
PRÉPARATION DU VÉHICULE
TRANSFORMATION DU MOTEUR
DISPOSITIFS DES ORGANES - ESSAIS DE VÉHICULES
RESPONSABILITÉ DE L'INSTALLATEUR

ETIENNE CHIRON, EDITEUR

<http://www.club01.eu>

N.-L. ERPELDING

Ingénieur - Motoriste (S. I. A.)

DONNÉES PRATIQUES

POUR

L'INSTALLATION ET LA CONDUITE DES GAZOGÈNES D'AUTOMOBILES

CHOIX DE L'INSTALLATION
PRÉPARATION DU VÉHICULE
TRANSFORMATION DU MOTEUR
DISPOSITION DES ORGANES
ESSAIS DES VÉHICULES
RESPONSABILITÉ DE L'INSTALLATEUR

Etienne CHIRON, Editeur

8, Rue Rameau
CLERMONT-FERRAND

40, Rue de Seine
PARIS (VI^e)

DONNÉES PRATIQUES
POUR
L'INSTALLATION
ET LA CONDUITE
DES GAZOGÈNES
D'AUTOMOBILES

INTRODUCTION

Sans vouloir faire l'historique du gazogène pour véhicules, rappelons que l'idée d'alimenter les moteurs d'automobiles avec du gaz pauvre est une idée essentiellement française. C'est en tenant compte des enseignements de la guerre 1914-1918 que l'on s'est préoccupé chez nous de trouver des combustibles de remplacement pour mettre la nation à l'abri d'un manque de carburants en cas de nouveau conflit.

Certes, des automobiles à gazogène (système Caze) circulaient déjà avant 1914. La première application du gazogène à charbon de bois à un véhicule automobile remonte à 1910 : un autobus ainsi équipé circulait à Paris, sur la ligne Place Saint-Michel-Rue du Poteau.

En 1916, des essais eurent lieu, à nouveau, à Paris, avec des autobus à gazogène Caze. En outre, des camions faisaient le service entre Paris et Rouen. Mais les appareils, dérivés des gazogènes fixes, étaient établis pour l'emploi de combustibles minéraux. Ils n'étaient pas suffisamment au point et l'idée fut abandonnée pour être reprise après la guerre. Pendant la période de 1920 à 1928 on orienta les recherches dans le sens de l'utilisation du bois et du charbon de bois. De nombreux concours, congrès et conférences furent organisés qui permirent de faire un grand pas en avant.

Puis le gazogène, auquel on avait demandé plus qu'il ne pouvait donner, subit une éclipse de plusieurs années pour se signaler à nouveau à l'attention du public après les résultats obtenus dans d'autres pays.

Selon la règle, l'invention française avait dû passer par l'étranger pour qu'on s'aperçut chez nous qu'en dépit de quelques inconvénients, elle présentait des avantages considérables.



Actuellement, nous sommes pratiquement privés de combustibles liquides et forcés de recourir aux carburants de remplacement parmi lesquels le « gaz des forêts » prend la première place. Aussi le gouvernement s'est-il occupé activement de la

construction des appareils, de leur réglementation et de leur mise en service (1), de même que de l'organisation de la carbonisation.

D'excellents ouvrages, parmi lesquels nous citerons notamment : « Les Gazogènes pour Automobiles » de MM. Septembre et Lepoivre (1), traitent en détail du gazogène, de son fonctionnement et des combustibles pouvant y être utilisés.

Nous voulons, quant à nous, étudier dans le présent livre tout ce qui concerne l'équipement des véhicules et fournir au mécanicien, au monteur, de même qu'à l'utilisateur, des données pratiques, sur la manière de transformer un véhicule pour la marche au gazogène.

Cette transformation pose de nombreux problèmes, depuis le choix du véhicule et du gazogène jusqu'au montage des appareils et au réglage du moteur.

Ces problèmes sont les uns d'ordre technique comme par exemple les modifications à apporter au moteur, d'autres d'ordre économique comme le prix et les possibilités d'approvisionnement en combustible ou la capacité de transport du véhicule transformé ; d'autres enfin sont d'ordre administratif tels que les mesures de sécurité et les moyens de protection imposés par le cahier des charges.

A toutes les questions qui peuvent surgir à l'occasion d'une transformation, nous nous efforcerons de répondre avec le maximum de précision afin de mettre le lecteur à l'abri des surprises qui se présentent inévitablement quand on aborde une technique nouvelle.

Or, si l'emploi des gazogènes n'est plus aujourd'hui une nouveauté, il faut bien avouer que la grande diversité des véhicules à transformer exige d'autant plus de précaution et d'attention dans l'exécution du travail, que beaucoup de mécaniciens, bien qu'ayant une valeur professionnelle indiscutable, ne sont pas encore suffisamment familiarisés avec cette technique nouvelle.

La première garantie pour eux comme pour l'utilisateur, réside dans une documentation précise, basée sur la pratique et l'expérience. Nous nous emploierons, dans le présent ouvrage, à leur fournir cette documentation. Notre livre n'a d'autre but que de faire connaître les particularités des différentes solutions, de permettre à l'intéressé de choisir son matériel librement, en par-

(1) Voir « Construction et Montage des Gazogènes » (Réglementation officielle), (E. Chiron, 8, rue Rameau, Clermont-Ferrand), et « Textes Officiels concernant les Gazogènes et Combustibles », (même éditeur).

(2) E. Chiron, éditeur.

faite connaissance de cause et à l'abri des affirmations publicitaires toujours intéressées, souvent exagérées. Nous fournirons des indications pratiques sur la transformation des véhicules et les moyens de réduire la perte de puissance avec l'espoir qu'usagers et installateurs pourront y trouver des conseils utiles.

Pussions-nous contribuer ainsi au développement du gazogène et aider, encore que dans une bien faible mesure, à la renaissance de l'activité dans les ateliers de mécanique automobile et à la reprise des transports si nécessaire au relèvement de notre pays.

N.-L. E.

Table des Matières

| | PAGES |
|--|-------|
| I. — <i>Choix d'un équipement</i> | 9 |
| <i>Quelques conseils aux acheteurs</i> | 26 |
| II. — <i>Les combustibles</i> | 29 |
| III. — <i>Choix du véhicule et du gazogène</i> | 37 |
| IV. — <i>La perte de puissance</i> | 45 |
| V. — <i>Les transformations à apporter au véhicule</i> .. | 53 |
| <i>Les différents moyens d'augmenter le taux de compression.</i> | 64 |
| VI. — <i>Quelques transformations</i> | 83 |
| VII. — <i>Montage de l'équipement</i> | 91 |
| VIII. — <i>L'allumage du moteur à gazogène</i> | 107 |
| IX. — <i>Essai du véhicule</i> | 111 |
| X. — <i>Les responsabilités de l'installateur</i> | 113 |

Données pratiques pour l'installation des gazogènes

I. – Choix d'un équipement

Le gazogène pour véhicules automobiles dérivé des installations fixes, a subi au cours des années de profondes modifications, à tel point que les appareils actuels n'ont pour ainsi dire plus rien de commun avec leur ancêtre. Seul subsiste le principe qui consiste à transformer un combustible solide en combustible gazeux pouvant être brûlé dans le moteur. Il est bien évident que le gazogène mobile doit satisfaire à de toutes autres conditions que l'installation fixe et il nous semble utile de nous étendre un peu sur les qualités que doit posséder un bon gazogène pour automobiles :

1° L'appareil doit avoir un bon rendement, c'est-à-dire fournir un gaz à pouvoir calorifique aussi élevé que possible ; l'unité de volume du mélange admis dans le cylindre doit contenir le minimum de gaz inertes ;

2° Il doit être léger tout en assurant un assez grand rayon d'action. Le gazogène augmente le poids mort du véhicule et réduit d'autant la charge utile. On trouvera plus loin les poids maxima, fixés par les pouvoirs publics, en fonction de la cylindrée-minute du moteur. En ce qui concerne le rayon d'action, celui-ci dépend essentiellement de la capacité de la trémie. Cette capacité, pour un poids limite déterminé, sera d'autant plus grande que l'appareil même pèse moins lourd. Quant à l'encombrement, il est secondaire ; en effet, le gazogène est destiné principalement à alimenter des moteurs de poids lourd. Sur ces véhicules on est moins limité par la place que sur les voitures de tourisme et l'on peut donc prévoir une trémie aussi volumineuse que possible. Il en résulte que l'utilisateur a tout intérêt à choisir une installation à grande trémie. Nous avons eu l'occasion d'essayer des camions à gazogène ayant un rayon d'action de plus de 250 km. ;

3° Le générateur doit avoir un fonctionnement assez souple pour fournir un gaz de qualité constante, quelles que soient les variations de régime. Dans la pratique, ce résultat n'est pas tout à fait atteint, pour la bonne raison que le générateur ne fournit un bon gaz que dans des limites de charge restreintes. Le débit de gaz ne suit pas automatiquement la demande du moteur, d'où la nécessité pour le conducteur de maintenir le moteur autant que possible à un régime régulier et d'utiliser le changement de vitesse à bon escient. Nous verrons plus loin que la souplesse du générateur dépend à la fois du principe de fonctionnement ou plus exactement du système d'admission de l'air, et du combustible employé;

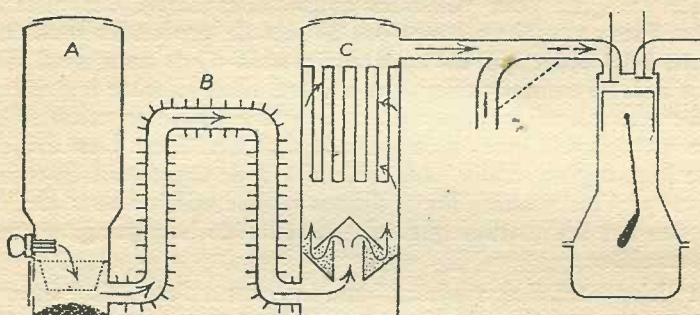


FIG. 1. — Schéma de gazogène

4° Le nettoyage doit être facile et assez espacé. Le déchargement et le déchargement du foyer sont des opérations à faire quotidiennement, ou environ tous les 250 à 300 km. Les filtres, au contraire, doivent garder leur efficacité pendant 1.500 à 2.000 km. Il va de soi que la fréquence des nettoyages dépend avant tout de la qualité du combustible employé;

5° Enfin — et c'est sur ce point que nous tenons à attirer particulièrement l'attention des usagers et des installateurs, en cette période de manque de matières premières — le gazogène doit être robuste, fabriqué avec des tôles saines, sans trace de corrosion, en métal de bonne qualité, avec le minimum de soudures. Le fait qu'une installation résiste à un essai sous pression de 1.500 gr. ne fournit aucune indication quant à la qualité de la tôle et des soudures. Sous l'effet des variations de température et sous l'action de l'eau de condensation et des agents corrosifs, une tôle déjà attaquée sera percée en peu de temps.

Les déformations dues aux secousses peuvent, après quelques kilomètres de marche, provoquer des fuites et prises d'air dans un appareil qui, à l'examen sous pression, ne présentait rien d'anormal.

La meilleure garantie pour l'utilisateur est donc de ne choisir qu'un appareil de marque réputée, même si le délai de livraison est un peu plus long.

Nous ne ferons pas ici la description détaillée des différents appareils sur le marché; nous nous bornerons à résumer les particularités des principales solutions adoptées actuellement.

Tout gazogène comprend essentiellement les trois organes suivants (fig. 1):

le générateur,
le refroidisseur,
l'épurateur.

Il s'y ajoute le mélangeur servant à doser l'air comburant et le gaz combustible avant leur admission dans le cylindre, ainsi que le ventilateur ou aspirateur de mise en route, et parfois un compresseur destiné en quelque sorte à suralimenter le moteur.

Le générateur. — C'est dans la plupart des cas un grand cylindre en tôle comportant la trémie de chargement, le foyer et le cendrier. Le foyer peut être constitué par une simple grille ou entouré d'une enveloppe de tôle séparée de l'enveloppe extérieure par un espace annulaire ou encore être logé dans une garniture réfractaire.

L'air est introduit de différentes façons :

a) Par de simples orifices dans la paroi du foyer (admission circulaire ou périphérique);

b) Par une ou plusieurs tuyères radiales;

c) Par une tuyère centrale verticale. (Cette dernière solution caractérise certains appareils de l'Europe centrale, on ne la rencontre pas dans les générateurs français.)

L'admission périphérique (fig. 2) permet l'entrée d'une plus grande quantité d'air, mais à faible vitesse; on obtient une vitesse suffisante pour la combustion par l'étranglement du foyer. La zone de feu est assez étendue, mais moins intense qu'avec l'admission par tuyère. C'est cette étendue de la zone de feu qui rend nécessaire la protection de l'enveloppe extérieure par une garniture réfractaire ou une tôle à l'intérieur.

Avec l'admission par tuyère, on obtient une zone de feu restreinte mais très intense, en raison de la vitesse plus grande de l'air. Elle dispense de la garniture réfractaire et de la double paroi et permet de meilleures reprises que l'admission périphérique. Utilisée dans les générateurs à charbon de bois, à anthracite ou combustibles analogues, elle exige un charbon plus petit et plus sec que celui dont peut s'accommoder un gazogène à admission périphérique. En

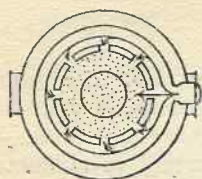
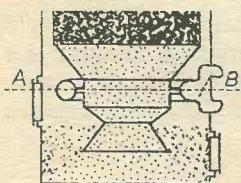


FIG. 2. — Admission d'air périphérique

des tuyères courtes qu'il n'est pas nécessaire de refroidir. Les tuyères plus longues, au contraire, pénétrant dans le foyer, sont refroidies à l'eau ou à l'air (fig. 3).

Pratiquement, tous les gazogènes mobiles sont à tirage inversé, c'est-à-dire que l'air traverse le foyer de haut en bas et le gaz sort à la partie inférieure du générateur.

Le refroidisseur. — Le refroidissement du gaz a principalement pour effet de diminuer la température du gaz afin d'en augmenter le poids spécifique. A leur sortie du générateur, les gaz ont une température de 700 à 900°, la température dans la zone de feu étant de l'ordre de 1.100° (parfois 1.400°). Il est évidemment souhaitable de ramener le gaz à une température aussi basse que possible, voisine de celle de l'air ambiant. Ceci n'est guère facile :

- 1° Parce qu'on ne peut pas accroître outre mesure le chemin du gazogène jusqu'au moteur sans risquer de freiner l'écoulement du gaz;
- 2° Parce qu'on est limité par le poids;
- 3° Parce que la température sous le capot est toujours sensiblement supérieure à celle de l'air extérieur.

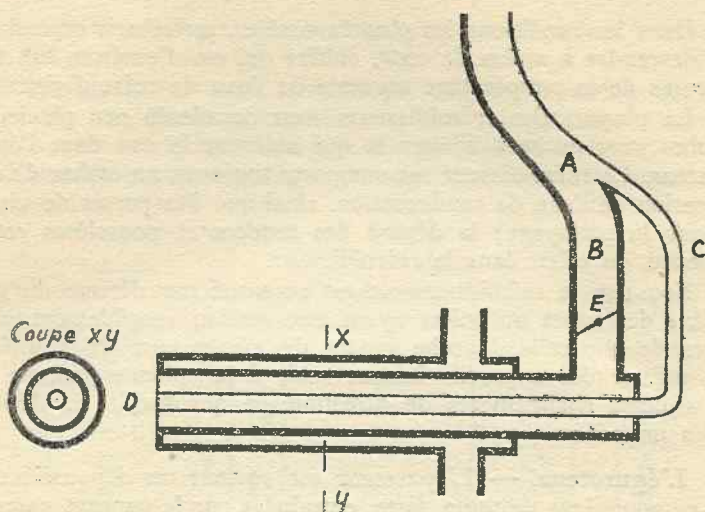


FIG. 3 a. — Tuyère Gohin-Poulenc avec tubes de ralenti.

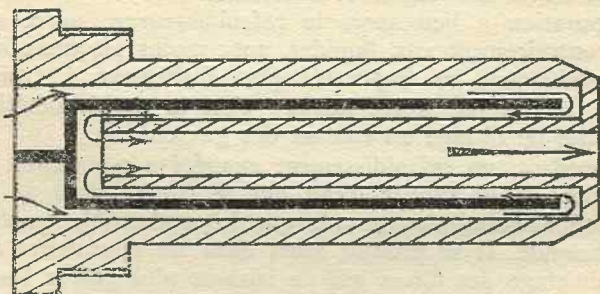


FIG. 3 b. — Tuyère Sabatier.

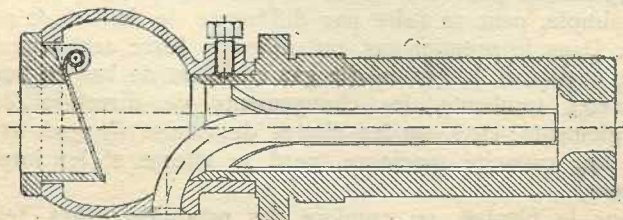


FIG. 3 c. — Tuyère Libault avec tube de ralenti

Dans les conditions les plus favorables, on réussit cependant à descendre à moins de 100°, chiffre qui est d'environ 20° au-dessus de la température normale de l'eau de refroidissement.

La plupart des refroidisseurs sont constitués par plusieurs tubes avec ou sans ailettes et qui amènent le gaz dans l'épurateur. Le refroidisseur sec comporte toujours un orifice d'évacuation de l'eau de condensation, ainsi que des portes de visite pour le nettoyage; la dépose des cendres et poussières commence, en effet, dans le refroidisseur.

Souvent, le refroidissement est accentué par détente du gaz dans des tubes ou boîtes ayant une section sensiblement plus grande que celle du tube venant du générateur. On a intérêt à utiliser des appareils faisant subir à la colonne gazeuse de fréquents changements de direction, ce qui facilite la dépose des poussières.

L'épurateur. — L'épurateur est surtout un dépoussiéreur. Les poussières de toute sorte, entraînées par le courant gazeux, auraient un effet désastreux si elles étaient admises dans le cylindre. En raison de leur nature abrasive, elles causeraient en peu de temps des dégâts considérables.

L'épuration a lieu après le refroidissement, parce que les gaz, contrairement aux liquides, sont moins visqueux à froid, et abandonnent les impuretés plus facilement à froid qu'à chaud. Il y a une autre raison : c'est la rapide détérioration des toiles de filtrage au contact des gaz chauds.

Cependant, un refroidissement exagéré a pour effet la condensation de la vapeur d'eau qui se trouve dans le gaz en quantité d'autant plus grande que le combustible employé est plus humide. Il se produit alors dans les épurateurs à toiles un colmatage des filtres qui ne laissent plus passer les gaz.

Comme le refroidissement, l'épuration peut être réalisée par voie sèche ou par voie humide.

L'épuration par voie sèche, la plus répandue, parce que la plus simple, peut se faire par différence de densité et par filtrage. Dans le premier cas, on utilise la force centrifuge (turbines, cyclones), la gravité (le gaz circulant de bas en haut, les impuretés tombent), les changements de direction (coudes, étranglements, etc.), ou les chutes de vitesse (le gaz, arrivant dans une capacité spacieuse, perd sa vitesse et les impuretés tombent).

Pour le filtrage, on emploie des produits divers, tels que coke, liège, toiles métalliques, toiles de coton, papier, charbon

de bois pulvérulent, etc. Le filtrage complète souvent le dépoussiérage par différence de densité (fig. 4 et 5).

L'épuration par voie humide est employée principalement dans les installations fixes et celles qui sont alimentées avec du bois ou du charbon de terre. Le principe consiste à retenir les poussières par mouillage. On obtient le résultat voulu de plusieurs façons :

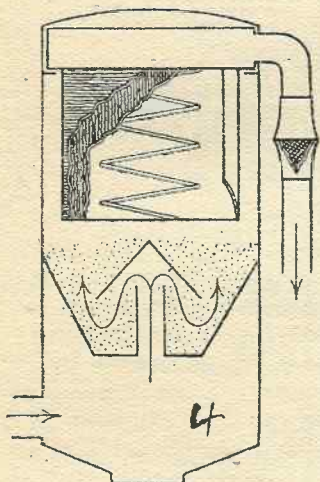


FIG. 4. — Filtrage sec

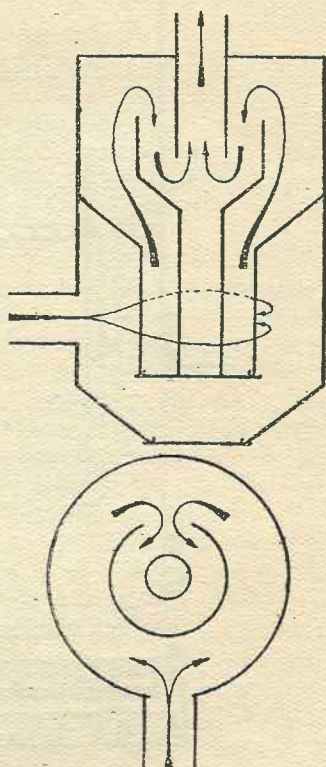


FIG. 5. — Dépoussiérage par différence de densité

a) En faisant lécher une surface d'eau ou d'huile par le gaz, ou en faisant passer le gaz entre des parois irrégulières sur lesquelles l'eau ruisselle. Dans certaines installations, les parois sont constituées par des anneaux empilés les uns sur les autres (1). Les poussières sont fixées par l'eau de condensation

(1) Anneaux « Raschig » obtenus par découpage de tubes d'acier de 10-20 mm. en morceaux de même longueur.

qui se dépose sur la paroi extérieure de ces anneaux (fig. 6 a);
 b) En faisant passer le gaz dans le liquide (barbotage) (fig. 6b);

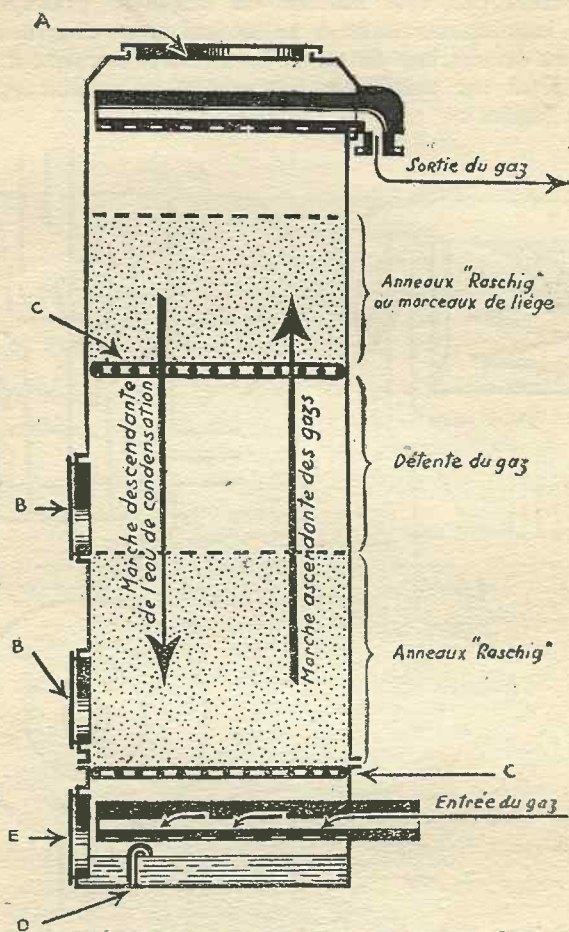


FIG. 6 a. — Epurateur Berliet

- A) Porte de lavage de l'épurateur. — B) Porte de visite. —
 C) Grille d'appui des anneaux. — D) Orifice d'évacuation d'eau.
 E) Porte de nettoyage.

c) En arrosant d'eau une colonne filtrante (coke) dans laquelle le gaz monte.

Les deux premiers procédés sont seuls employés dans les installations qui nous intéressent ici.

Le mélangeur. — Cet appareil, en apparence si compliqué, est en réalité beaucoup plus simple qu'un carburateur. Deux conduits, de diamètre sensiblement égal, amènent l'un le gaz,

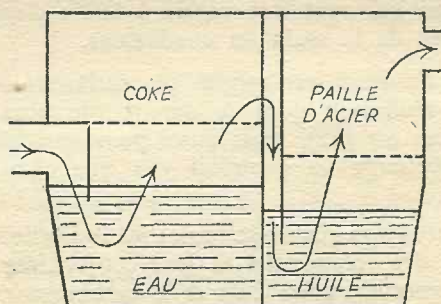


FIG. 6 b. — E.puration humide

l'autre l'air, et débouchent tous deux dans une chambre où se fait le mélange (fig. 7). Tout comme avec un carburateur à essence, on n'obtient un rendement intéressant que si le mélange gazeux est correctement dosé. A pleine charge, on n'arrive au maximum de rendement qu'avec un rapport air-gaz d'environ 1,1 : 1. Si, pour la même ouverture du papillon d'accélération, on augmente ou diminue ce rapport, la puissance baisse. Par contre, le rapport peut varier dans des limites

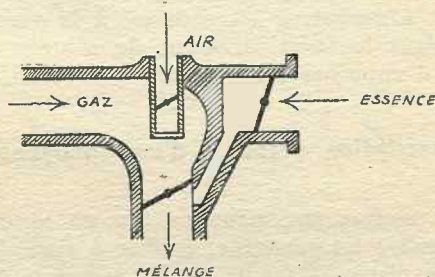


FIG. 7. — Mélangeur (vue schématique).

d'autant plus étendues que la charge est plus faible. A demi-charge, par exemple, la puissance se maintient au même chiffre, même si l'on varie le rapport air-gaz de $\frac{145}{100}$ à $\frac{100}{145}$ c'est-à-dire en passant de l'excès de gaz à l'excès d'air.

Dans le conduit d'air est monté un papillon qui permet de varier la quantité d'air et qui est généralement relié au papillon d'accélération par un moyen approprié de telle sorte qu'en ouvrant l'accélérateur on ouvre également le volet d'air dans une proportion qui peut être réglée à l'aide d'une commande placée à portée de la main du conducteur.

Avec le mélangeur est monté un carburateur de secours servant non seulement pour le départ (de plus en plus on lance le moteur au gaz), mais aussi pour enrichir le mélange en cas de surcharge ou quand il y a une côte trop dure à monter.

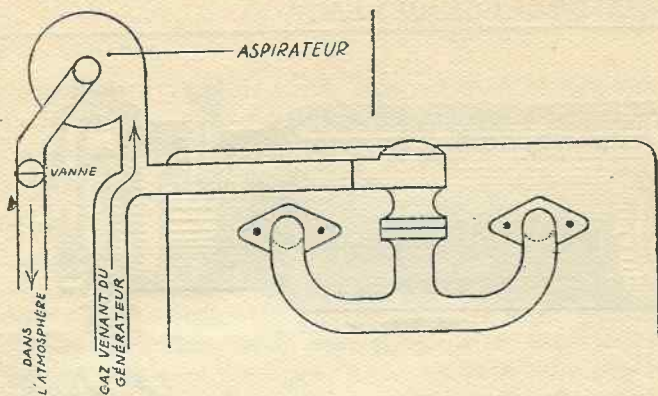
Le lecteur trouvera plus loin toutes les indications concernant la disposition des commandes et leur conjugaison, notamment en ce qui concerne le volet d'air et le carburateur.

L'aspirateur. — Les gazogènes portatifs sont du type aspiré, c'est-à-dire le tirage est assuré par l'aspiration du moteur. L'aspirateur sert uniquement à remplacer le moteur, quand celui-ci est arrêté. C'est le cas notamment pour l'allumage du générateur. La prise de l'aspirateur est montée aussi près que possible du mélangeur, parfois celui-ci comporte même un orifice spécial pour le raccordement du tube d'aspiration (fig. 8). Il y a intérêt, en effet, à ce que les canalisations soient remplies de gaz et que celui-ci soit amené près de l'admission, pour que dès les premiers tours de vilebrequin, les cylindres puissent être alimentés en gaz. L'aspirateur est actionné à la main ou électriquement. Pendant le fonctionnement du moteur, un robinet-vaive permet d'empêcher toute entrée d'air frais.

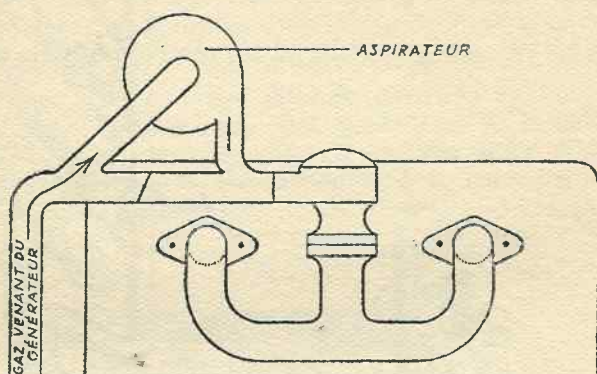
Description détaillée d'un gazogène

Nous allons maintenant, pour donner au lecteur une idée exacte de ce qu'est un gazogène, étudier à titre d'exemple un équipement complet « Gazauto ». Il comporte les éléments suivants :

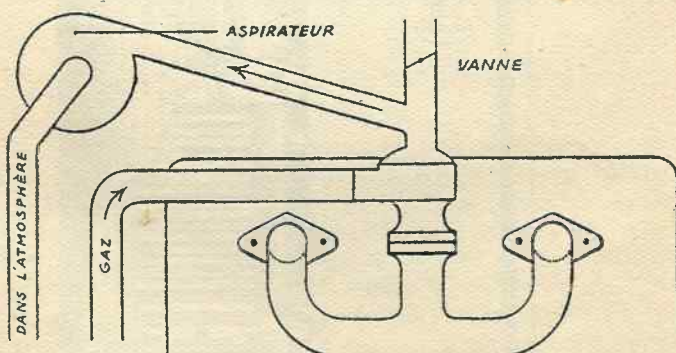
- le générateur,
- le refroidisseur,
- l'épurateur,
- la boîte de détente,
- le mélangeur.



En dérivation avec refoulement dans l'atmosphère



En dérivation avec refoulement dans le mélangeur. Les deux vannes sont conjuguées



Aspiration à travers le mélangeur

FIG. 8. — Différents montages de l'aspirateur

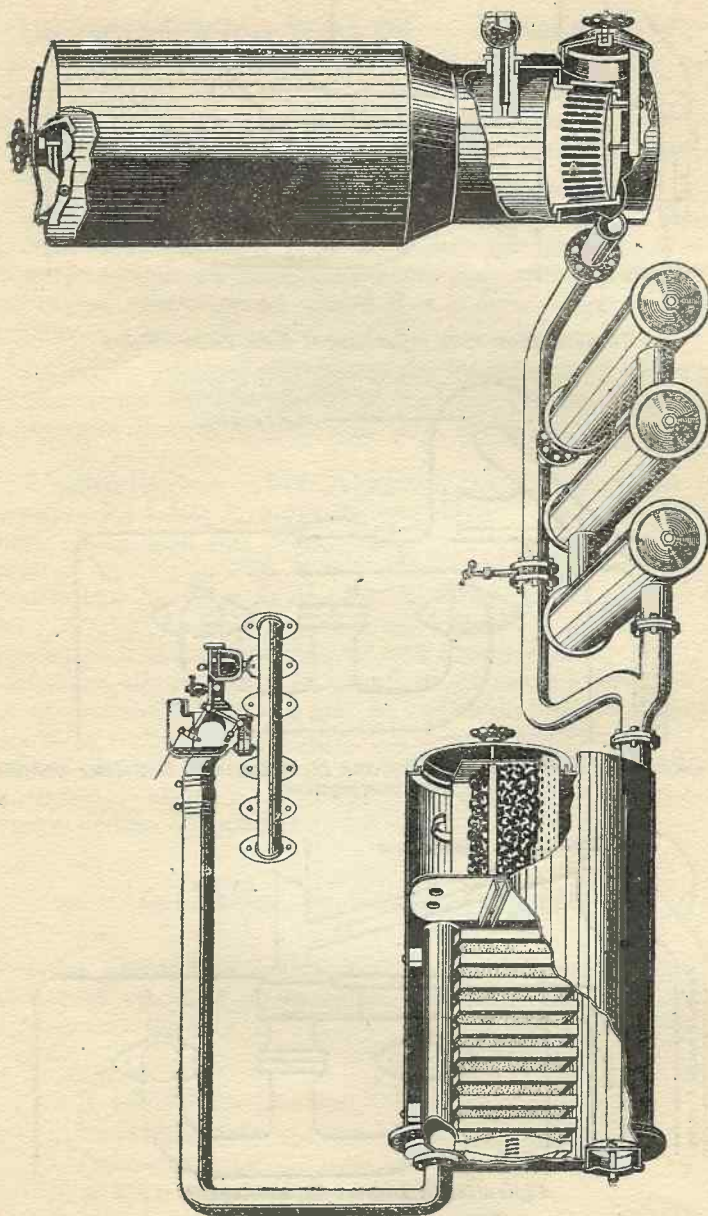


FIG. 9. — Vue en coupe d'un gazogène « Gazauto »

Le **générateur** est constitué par la trémie (partie supérieure) contenant la réserve de combustible et le foyer (partie inférieure) dans lequel a lieu la combustion. Les deux sont réunis par un cône qui a pour but de faciliter la descente du charbon et de le centrer sur le foyer. Le foyer se compose d'une enveloppe cylindrique en tôle d'acier spécial à l'intérieur de laquelle est logé un panier grille de forme légèrement conique. Ce panier, qui repose sur une embase en fer plat, est muni d'un fond mobile formant grille. Un tube fixé à cette grille permet de la secouer à l'aide d'un levier pour faire tomber les cendres qui tombent dans le fond du foyer; d'où l'on peut les évacuer par la porte de foyer. Devant cette porte, le panier comporte une ouverture pour l'extraction des mâchefers et la vidange de la trémie en cas de nettoyage complet du foyer. Cette ouverture est normalement fermée par la porte de grille. (V. fig. 9.)

Au-dessus du panier, à une distance d'environ 15 cm. de celui-ci, est placée la tuyère (fig. 10), vissée dans un manchon taraudé prévu dans l'enveloppe du foyer. Par cette tuyère arrive l'air nécessaire à la combustion et à la réduction des gaz dans le foyer. La zone de feu se trouve au-dessous du

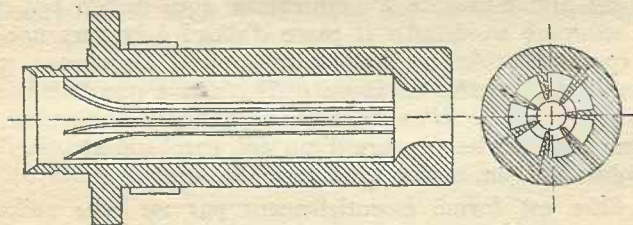


FIG. 10. — Coupe axiale et transversale d'une tuyère

niveau de la tuyère, dont la principale particularité est son refroidissement par l'air comburant. La tuyère est en cuivre massif et le conduit d'air est garni d'ailettes radiales entre lesquelles passe l'air frais venant du dehors et se dirigeant vers le foyer. L'air froid s'échauffe donc à mesure qu'il approche du foyer grâce aux calories qu'il enlève à la tuyère et l'on réalise du même coup le refroidissement de la tuyère et le réchauffage de l'air comburant. La chaleur étant évacuée ainsi de l'extérieur du générateur vers l'intérieur du foyer, on comprend aisément que des ailettes circulaires disposées à la partie

extérieure de la tuyère n'ont aucune raison d'être. La tuyère Libault est pratiquement infusible. Nous en avons vu qui avaient plus de 40.000 km. de service.

A l'entrée de la tuyère, une boîte à clapet règle automatiquement l'admission d'air en fonction de l'aspiration du moteur. En outre, le clapet empêche les retours de flamme et les émanations de gaz à l'arrêt.

De la boîte à clapet part un tube de ralenti qui traverse la tuyère dans toute sa longueur. En marche normale, c'est-à-dire en plein tirage, l'air passe à l'extérieur de ce tube et lèche donc les ailettes. En cas d'absence de tube de ralenti, l'air passe au contraire dans la partie centrale de la tuyère et le refroidissement est moindre.

Au-dessous du panier et à l'opposé de la tuyère se trouve la sortie des gaz qui vont au refroidisseur.

Le **refroidissement** est obtenu, en même temps qu'un premier dépoussiérage, par détente des gaz dans des capacités à grande section et par changement de direction. Suivant le cas, le refroidisseur est constitué soit par un faisceau de tubes disposés en chicane, soit par une boîte unique de grande capacité.

Le gaz arrive ensuite à l'**épurateur** (qui mérite également d'être examiné en détail). Il passe d'abord à travers une matière épurante (coke ou toute autre) où il abandonne toutes les grosses impuretés, de façon qu'il n'arrive que le minimum de poussières aux toiles filtrantes. La matière épurante sert en outre à retenir les vapeurs d'eau qui, enrobant les poussières, provoqueraient un rapide colmatage du filtre.

Ce filtre est formé essentiellement par un tube collecteur auquel sont reliés des cadres métalliques rigides ; sur ces cadres sont tendues les toiles filtrantes :

Un tamis métallique à l'intérieur, servant en quelque sorte de support ;

Un tissu en molleton par-dessus et une toile satinée à l'extérieur.

Un ressort à boudin, placé à l'intérieur de l'élément filtrant, assure une vibration constante des toiles, ayant pour effet la chute des poussières sèches se déposant sur les filtres.

Le **by-pass**. — Nous avons déjà expliqué que les gaz qui sortent du générateur à une température variant entre 700 et 900° doivent arriver à une température :

a) Suffisamment basse pour qu'il n'y ait pas de risque de détérioration des filtres et pour que le gaz plus visqueux à chaud qu'à froid, puisse abandonner les impuretés ;

b) Suffisamment élevée pour qu'il n'y ait pas trop de condensation d'eau, faute de quoi il y aura colmatage.

Or, si l'on met en route par temps froid, on risque parfois de trop refroidir le gaz en passant par le circuit normal. Pour éviter tous les inconvénients qui pourraient en résulter, on fait suivre aux gaz un circuit raccourci réalisé grâce à une vanne de by-pass. Dès que l'installation a atteint une température suffisante, on peut fermer le by-pass et refroidir par le grand circuit.

La température extérieure de l'épurateur doit être de l'ordre de 60 à 70° ; on doit pouvoir toucher l'appareil sans risque de se brûler.

La boîte de détente. — Il est bien évident que les gaz doivent arriver au moteur aussi froids, aussi denses que possible, car avec un gaz chaud, dilaté, on introduit moins de calories dans le cylindre qu'avec un gaz froid. On abaisse la température en faisant passer le gaz par une boîte de détente, simple cylindre dont le diamètre, est environ double du tube venant de l'épurateur.

Le filtre de sécurité. — Ce filtre que nous conseillons de placer aussi près que possible du mélangeur sert :

1° A empêcher, en cas de retour de flamme, que les toiles soient endommagées (c'est donc en quelque sorte un briseflamme) ;

2° A arrêter, en cas de destruction des filtres, les particules de charbon et impuretés diverses, pour qu'elles n'arrivent pas jusqu'au moteur.

Le mélangeur. — Il comporte un gros tube d'arrivée de gaz débouchant dans une chambre de mélange au centre de laquelle débouche également la buse d'arrivée d'air dans laquelle est montée un papillon permettant de varier la quantité d'air suivant les besoins de la marche. Le papillon d'accélération (voir fig. II) commandé à l'aide d'une pédale est relié au volet-correcteur d'air par une biellette d'accouplement. Le levier calé sur l'axe du papillon d'accélération a une longueur fixe ; par contre la longueur utile du levier calé sur l'axe du correcteur d'air peut être varié grâce à un barillet coulissant que l'on

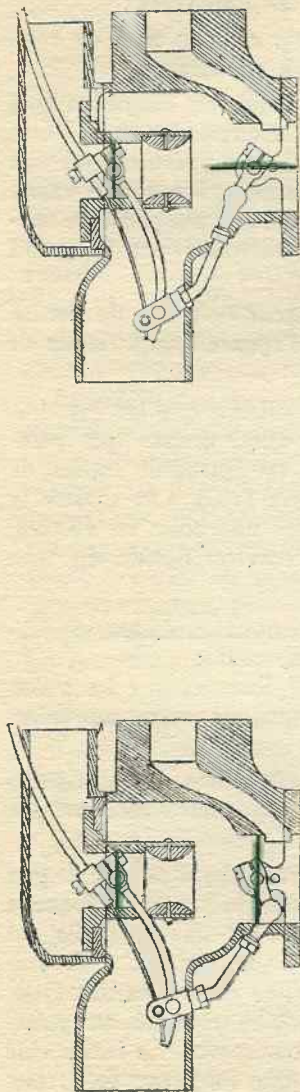


FIG. 11. — Réglage d'air minimum : a) air et gaz fermés ; b) gaz ouvert, air fermé.



FIG. 12. — Réglage d'air maximum : a) gaz fermé, air légèrement ouvert ; b) air et gaz ouvert.
Schéma de fonctionnement d'un mélangeur.

déplace à l'aide d'un câble. La figure 12 montre clairement comment pour une ouverture déterminée du papillon d'accélération, le correcteur d'air s'ouvre plus ou moins suivant que la longueur utile de son levier est plus ou moins réduite. Autrement dit quand les deux leviers ont la même longueur, les deux papillons s'ouvrent de la même quantité ; quand la longueur du levier calé sur l'axe du correcteur augmente, l'ouverture de celui-ci diminue.

Nous avons dit précédemment, que le réglage normal d'un volume d'air pour un volume de gaz. Il paraîtrait donc logique que les deux conduits air et gaz, aient le même diamètre. Ce n'est pas le cas et le tube d'amenée du gaz a un diamètre sensiblement supérieur à la section de passage de l'air. L'explication de cette anomalie apparente est simple : C'est que le gaz arrive à une température beaucoup plus élevée que l'air ; par conséquent, il faut tenir compte de la dilatation et prévoir une section de passage plus grande.

Il nous reste un mot à dire sur la raison d'être du correcteur d'air. Il s'agit, avons-nous dit plus haut, de doser le mélange suivant les besoins du moteur, le rendement optimum, surtout en charge, n'étant obtenu qu'avec un réglage déterminé. Admettons que le réglage, c'est-à-dire la position du correcteur d'air par rapport au papillon d'accélération soit invariable, et qu'au moment de la mise en service de l'installation nous réglions cette position une fois pour toutes. Au début, tout marchera à souhait, mais peu à peu les gaz seront freinés lors de leur passage à travers le filtre ; suivant la qualité du combustible (voir plus loin) des mâchefers pourront se former dans le foyer et limiter le débit de gaz. Une voûte peut se former. A ce moment, il arrivera moins de gaz au mélangeur, tandis que l'air continuera à arriver en quantité d'autant plus grande que la quantité de gaz aspirée sera plus faible. Il en résultera un appauvrissement du mélange qui se traduira par une baisse sensible du rendement. Tout conducteur de gazogène sait qu'il faut alors diminuer l'air pour garder au mélange la même richesse.

Il ne faut jamais perdre de vue ce fait que le débit du gazogène est essentiellement variable, et que la richesse du gaz en calories dépend de la grosseur des morceaux de charbon, de leur origine (essence de bois employée) du régime du moteur, et des variations plus ou moins fréquentes et importantes de ce régime. A tout instant, il faut donc modifier le réglage du correcteur d'air tout comme un bon conducteur de moteur à

essence doit se servir judicieusement de l'avance à l'allumage. Le réglage qui est bon pour la première heure de marche, que ce soit en service sur route ou à l'essai au banc, ne l'est plus par la suite. Voilà pourquoi la conduite d'un véhicule à gazogène semble, au premier abord, plus difficile que celle d'une voiture à essence.

Quelques conseils aux acheteurs

Pour terminer ce chapitre, nous dirons quelques mots sur différentes solutions qui ne manquent pas d'intriguer les usagers et dont un examen objectif montrera la valeur pratique.

1° C'est en premier lieu l'emploi d'un registre de retenu de combustible pour empêcher que celui-ci tombe par-terre dans le cas où l'on est obligé de nettoyer à fond un foyer par exemple pour sortir le mâchefer. Le cahier des charges stipule que la vidange du *cedrier* (non pas du foyer) doit pouvoir se faire à chaud, et sans que l'on soit dans l'obligation de vider la trémie. Or, ceci est possible avec tout générateur dont le foyer comporte une grille horizontale ou un panier comme le Gazauto (voir plus haut). Par contre, le décrochage sans vidange de la trémie est impossible avec les générateurs à grille oblique et porte horizontale à l'extrémité inférieure du foyer. Ces appareils exigent un registre de retenue. Or, dans un gazogène les risques de prise d'air sont d'autant plus grands que les portes et orifices divers sont plus nombreux. Une porte de trémie en haut pour le chargement, une porte verticale en bas pour le décrochage du foyer, voilà à notre avis la solution la plus rationnelle. Elle permet, malgré l'absence de registre, non seulement de décrocher à chaud, mais également de sortir le mâchefer, à chaud, sans vider la trémie, et sans laisser sortir, en volume, plus de 10 L de combustible, et de repartir après 20 minutes d'arrêt. Nous avons eu l'occasion de faire personnellement cette expérience.

2° En second lieu, nous avons l'enrichissement du gaz par addition de vapeur d'eau. Personne n'ignore que dans les installations fixes on obtient d'excellents résultats avec l'injection d'eau qui se dissocie en hydrogène et oxygène, l'hydrogène ainsi libéré venant enrichir le gaz. Or, ce qui est possible dans une installation fixe importante, alimentant un moteur qui tourne

à un régime sensiblement constant, ne l'est pas forcément avec un gazogène mobile dont les variations de débit rendent pratiquement impossible un dosage correct de l'eau.

3° Le troisième point, c'est l'épuration du gaz par l'huile. Mieux que tout exposé technique l'examen du mélangeur, de la pipe d'admission, des bougies et des soupapes d'un moteur marchant au gaz épuré dans l'huile diront ce qu'il faut penser de cette solution. Le gaz abandonne peut-être les impuretés qu'il contient, mais il se charge de vapeurs d'huile qui ne tardent pas à encrasser les différents organes.

N'attachez pas non plus trop d'importance au faible encombrement des appareils. Si, par exemple, l'installation comporte un filtrage par toile, il faut que ces toiles aient une surface totale minimum pour laisser passer le gaz aspiré par le moteur. Si l'on diminue cette surface, on freine le passage du gaz, et si l'on veut conserver le même débit, il n'y a pas d'autre moyen que d'employer des mailles plus grosses. En ce cas, le filtrage est défectueux et le moteur encrasse.

En résumé, il ne faut pas, dans le choix d'un équipement se laisser guider ni par les affirmations publicitaires, ni par les prétendus avantages de certaines solutions qui, les unes, ont été abandonnées il y a belle lurette, tandis que les autres n'ont pas encore fait leurs preuves. Choisissez un appareil aussi simple que possible, avec une trémie assurant un grand rayon d'action, d'un entretien facile et d'une construction robuste.

II. — Les Combustibles

On a dit que la question du gazogène est avant tout une question de combustible. C'est exact, non pas seulement du point de vue des possibilités d'approvisionnement, mais aussi et surtout du point de vue de la qualité. En gros, on classe les gazogènes en :

- a) Appareils à bois ;
- b) Appareils à charbon de bois ou agglomérés ;
- c) Appareils à anthracite.

Nous dirons donc, sans toutefois nous étendre, quelques mots sur chacun des combustibles pouvant être utilisés, en insistant notamment sur les qualités requises pour convenir à l'emploi dans un gazogène.

LE BOIS. — Contrairement à une opinion répandue, le gazogène ne s'accommode pas de n'importe quel bois sous n'importe quelle forme. Ce combustible doit au contraire satisfaire à plusieurs conditions :

1° être parfaitement sec, ce qui exige, suivant le cas, 4 à 6 mois de stockage à l'abri de l'humidité. Précisons qu'un bois, même considéré comme sec, présente toujours un certain degré d'humidité. Cette teneur en eau, tant qu'elle n'atteint pas un chiffre trop élevé, ne nuit en rien à la qualité du gaz obtenu, au contraire ;

2° être de dimensions appropriées, ni en trop petits ni en trop gros morceaux. Suivant le gazogène, ils mesureront entre 3×5 et 6×8 cm. Ils peuvent être de forme irrégulière ce qui favorise la descente progressive vers le foyer, sans formations de voûtes, en même temps que les gaz peuvent circuler librement entre les morceaux ce qui assure la régularité de la combustion et de l'alimentation du moteur ;

3° être autant que possible de la même qualité. Le pouvoir calorifique, ainsi que la production de goudrons et de corps

pyroligneux varient d'une essence à l'autre ; il est bon de s'approvisionner toujours en bois présentant des caractéristiques voisines.

Les bois qui, d'après les expériences faites, conviennent le mieux sont les bois durs tels que le chêne, le hêtre, l'orme.

Les résineux ne peuvent être utilisés que dans des appareils spéciaux.

Aussi, dans les gazogènes à bois, ne faut-il jamais brûler d'autres combustibles que ceux pour lesquels l'appareil est établi. On s'exposerait à de sérieux ennuis en considérant le gazogène comme un moyen de récupérer n'importe quel déchet végétal ou forestier.

Les seuls déchets pouvant être brûlés et qui, du reste, donnent de bons résultats, sont les déchets de scieries, d'ateliers de menuiserie et de carrosserie, où l'on travaille principalement des bois durs et secs. Par contre, les bois de démolition sont à proscrire, à cause des clous, vis, etc. ; ils peuvent être revêtus d'impuretés qui, s'agglutinant dans le foyer, formeraient des crasses et nuiraient au bon fonctionnement de l'appareil, sans parler de la destruction prématurée du foyer.

Par rapport aux autres combustibles liquides et solides, le bois présente les avantages et les inconvénients suivants :

Avantages : Il se conserve aisément ; la seule précaution nécessaire est de le mettre à l'abri de l'humidité. Sa maintenance est facile et propre ; il ne forme pas de poussières et ne s'effrite pas ; enfin, il est moins dangereux que l'essence, par exemple. Quant à son prix, nous avons vu que la calorie fournie par l'essence coûte 4 fois plus cher.

Inconvénients : C'est, en premier lieu, son encombrement, dû à son faible pouvoir calorifique. On peut estimer que la réserve de combustible est trois fois plus lourde et environ six fois plus volumineuse qu'avec l'essence. De ce fait, le rayon d'action est limité, à moins d'aménager le véhicule pour l'emmagasinage d'une réserve de combustible suffisante. L'équivalent de 100 litres d'essence, suffisant pour environ 300 kilomètres, à raison de 35 litres aux 100 kilomètres, occupe un volume de près d'un mètre cube.

LE CHARBON DE BOIS. — C'est, avec le bois, le combustible le plus employé dans les gazogènes mobiles. Il peut être obtenu de deux façons différentes (1) :

a) la carbonisation en meules ou en four métallique, qui est en somme une combustion partielle et exige une habileté professionnelle de plus en plus rare.

b) la carbonisation en vase clos, c'est-à-dire avec une source de chaleur extérieure qui est une distillation du bois à la température de 450° environ. Le procédé permet d'obtenir, d'une part, du charbon de bois, d'autre part, des produits pyroligneux fournissant de l'acide acétique, de l'alcool méthylique et du goudron de bois. Une tonne de bois donne :

- 200 à 250 kg. de charbons,
- 40 à 50 kg. d'acide acétique,
- 10 à 20 kg. de méthylène.

Dans des conditions favorables (en laboratoire), on a obtenu jusqu'à 35,3 % de charbon, en utilisant du bois ayant quatre à cinq mois d'abattage (30 % d'eau) et plus de 40 % avec du bois vieux d'un (20 % d'eau). Les chiffres réalisés en pratique sont inférieurs.

Le pouvoir calorifique du charbon de bois est presque double de celui du bois ; il est de 7.000 à 8.000 calories, suivant sa composition. Par contre, la densité du bois est plus grande que celle du charbon de bois, qui varie considérablement selon la nature du bois, les conditions de la carbonisation, la teneur en eau, etc.

Ainsi le poids à l'hectolitre va de 12,5 kg pour le sapin des Vosges à 35 kg pour le chêne et les bois durs. (Il s'agit de charbon de meule ; le charbon obtenu en vase clos est plus léger.)

Le charbon de bois destiné au gazogène doit être réduit en petits morceaux ayant au moins la grosseur d'une noix. Le concassage produit de la poussière et des éclats, déchet qui peut être récupéré pour la fabrication d'agglomérés.

Les particularités du charbon de bois peuvent se résumer comme suit :

(1) Voir l'ouvrage *Le Charbon de Bois*, manuel pratique de carbonisation, par Septembre et Lopoivre (Chiron, éditeur).

Avantages : Pouvoir calorifique supérieur à celui du bois, donc encombrement moindre et rayon d'action plus grand. Production d'un gaz propre, donc facile à épurer.

Au surplus, le charbon de bois permet l'utilisation, dans une certaine mesure, de déchets, de brindilles, de sarments de vignes qui, à l'état naturel (non carbonisés) seraient inutilisables dans les gazogènes.

Inconvénients : Fragilité et friabilité ; sous l'effet des trépidations, il s'effrite et se transforme en poussière qui est perdue (le gazogène doit être alimenté en charbon exempt de poussière). Pouvoir absorbant considérable (jusqu'à 100 %, en raison de sa porosité) de sorte qu'il faut prendre encore plus de précautions qu'avec le bois, pour le préserver de l'humidité. A partir d'une teneur en eau de 15 % en poids, il est inutilisable. Enfin, il est moins agréable et moins propre à manipuler que le bois.

Pour l'alimentation des gazogènes on choisira un charbon bien sec, obtenu en four, avec des bois durs, bien cuit, présentant à la cassure une belle teinte noire brillante, légèrement bleutée, et donnant un son clair, métallique, au choc. La grosseur des morceaux varie suivant le type de générateur auquel le charbon est destiné, soit environ 20×40 mm. pour les appareils à tuyère et 30×60 mm. pour les appareils à admission périphérique. Toutefois, on tiendra compte également de la nature du service que le véhicule doit assurer, en choisissant un charbon plus gros pour les grands parcours et un calibre plus petit pour les faibles trajets et les parcours à arrêts fréquents comme le service de ville. Le petit charbon, plus réactif, fournit plus rapidement un bon gaz, il permet donc des reprises meilleures, mais on en consomme davantage.

Ce qu'il faut éviter avant tout, c'est d'alimenter le gazogène avec du charbon non calibré, contenant des morceaux de tout calibre et des poussières. On s'expose à un fonctionnement très irrégulier, voire même à des arrêts intempestifs du moteur. Voici ce qui se passe en effet :

Par suite des secousses, le charbon se répartit dans la trémie en couches alternantes de gros et de petits morceaux. Supposez qu'à un moment donné le foyer soit alimenté en petit charbon. Celui-ci brûlera rapidement, fournissant un gaz abondant au point que même en côte le moteur semble avoir gagné des chevaux. Si vous n'y prenez garde, le petit charbon sera consommé avant que le gros charbon soit suffisamment allumé pour four-

nir du gaz. C'est le « trou » et si vous êtes obligés de changer de vitesse, vous risquez de caler faute de gaz. De même si vous procédez au réglage à l'arrêt, vous verrez le moteur accélérer, sans que la position des papillons change, mais au bout de quelques minutes il n'y aura plus de gaz et le moteur s'arrêtera.

Quant à l'humidité, elle est également un ennemi du bon fonctionnement du gazogène. Nous en parlerons plus loin, au chapitre « Mise au point et premier allumage ».

LA CARBONITE. — Ce combustible n'est pas un aggloméré, mais un produit obtenu par un traitement spécial du charbon de bois, et mis au point à la poudrerie de Sevran-Livry. C'est, en quelque sorte, un carbone aggloméré, obtenu par distillation de tous les bois, à température modérée, avec récupération des goudrons utilisés pour agglomérer les boulets. Ceux-ci sont absolument réguliers, et un peu plus petits que les boulets que nous achetons chez le marchand de charbon pour nos foyers domestiques.

Composition et pouvoir calorifique sont rigoureusement constants. La densité, supérieure à celle de l'essence, est le quadruple de celle du charbon de bois sec. En outre, la carbonite n'est pas fragile et offre une grande résistance à l'écrasement. A l'encontre du charbon de bois, elle ne donne donc pas de poussière à la manipulation, et elle peut être transportée et stockée avec la plus grande facilité. Grâce à sa résistance aux intempéries, on peut la conserver sans précaution spéciale. Son pouvoir absorbant est très faible. Dans l'air normalement humide, elle absorbe trois fois moins d'humidité que le charbon de bois et six fois moins que le bois. Partant d'un même bois, elle contient un tiers de cendres en moins que le charbon de bois correspondant. Suivant la température de cuisson, la composition finale peut varier entre les limites ci-après :

| | |
|-----------------------|-----------|
| carbone | 90-95 % |
| hydrogène | 2 à 3,5 % |
| oxygène et azote..... | 1-5 % |
| cendres | 1,5 à 2 % |

ce qui correspond à un pouvoir calorifique de 8.000 à 8.300 calories. Un kilo de carbonite fournit 4.700 à 4.800 L. de gaz, donnant de 5.600 à 6.400 calories, soit un rendement calorifique de 70 à 78 %. Les résultats des essais effectués sur route par les services de l'armée confirment les qualités de ce combustible.

L'ANTHRACITE. — C'est, de tous les charbons minéraux, le plus riche en carbone, la teneur variant de 93 à 95 % ; il est pauvre en matières volatiles ; son pouvoir calorifique est de 7.800 à 8.300 ; le gaz obtenu avec 1 kg d'anhracite donne, suivant sa composition, jusqu'à 6.000 calories, avec un rendement calorifique de l'ordre de 80 %. Ce combustible est donc intéressant tant au point de vue calorifique, qu'au point de vue de la facilité d'approvisionnement, mais il a le défaut de laisser beaucoup de cendres et de donner lieu à la production de goudrons. Le gaz n'est pas très propre et exige une épuration poussée. Avec sa densité de 0,83 (il est tenu compte des vides ; la densité réelle est de 1,3 à 1,4) il occupe beaucoup moins de volume que le bois et le charbon ; il est beaucoup moins sensible à l'eau et descend aisément dans le gazogène. Son prix est plus élevé que celui du bois.

Bien que des résultats satisfaisants aient été obtenus avec l'alimentation exclusive à l'anhracite (1) on utilise ce combustible, du moins en France, soit en mélange avec du charbon de bois, soit sous forme de constituant d'un aggloméré. Notre faible production en anhracite ne permet pas une grosse consommation dans les gazogènes.

LES SEMI-COKES. — Tous les cokés peuvent être brûlés dans les gazogènes, mais pour les appareils mobiles, on préfère les semi-cokés obtenus par distillation de la houille à basse température (500-600°). Au point de vue calorifique, ces produits sont, avec 7.500 calories, à peu de chose près, équivalents à l'anhracite, mais leur densité est d'environ un tiers inférieure à celle de l'anhracite. En raison de la faible température de distillation, ils contiennent encore des goudrons, et davantage de produits volatils que le coke ordinaire. Comme les anhracites, on les utilise de préférence en mélange avec le charbon de bois. Ils fournissent un gaz plus riche que le gaz obtenu avec le coke (10 à 20 % de plus). Notons qu'on peut obtenir du semi-coke non seulement avec de la houille, mais aussi avec les lignites, bien que cette distillation soit encore à perfectionner.

LES AGGLOMERES. — Sous ce nom, on désigne invariablement — et à tort — les agglomérés véritables (les grains ou

(1) 95.000 km. sans révision du moteur. Charge du gazogène : 250 kg. de noix. Départ au gazogène. Mise en route : 4-6 minutes. Consommation : 130 kg. aux 100 km., avec charge de 14 tonnes. Rapport sur 4 ans d'exploitation. ATZ 18-38.

boulets étant obtenus par moulage d'une pâte), et les comprimés constitués par des éléments secs réunis sous forte pression. Le pourcentage de liant (généralement du goudron), est plus grand dans l'aggloméré. Les constituants peuvent être de l'antracite et du charbon de bois. Ils permettent d'une part la récupération de petites parcelles (poussier ou fines d'antracite et poudre de charbon de bois) qui seraient perdues autrement. D'autre part, ils présentent sur leurs constituants l'avantage d'une plus grande résistance au choc, d'une hydrophilie moindre et d'une densité plus grande, du moins par rapport au charbon de bois. Un autre avantage, dû à la régularité de leur forme et de leurs dimensions, est la descente facile dans le générateur. Par contre, ils sont plus chers que les constituants. Les caractéristiques varient suivant les fabricants.

LE LIGNITE. — L'emploi du lignite pourrait être sérieusement envisagé, à notre avis. On sait que ce combustible est un intermédiaire entre la tourbe et la houille et que son exploitation en Europe centrale est très poussée. (Les Allemands en tirent une partie de leurs combustibles liquides et utilisent le résidu sous forme de semi-coke). Il n'est pas inutile de rappeler qu'au cours de la guerre 1914-1918, notre production, pour satisfaire aux besoins accrus, était montée en 1918 à 1.300.000 tonnes, pour redescendre ensuite à environ un million de tonnes. De ce chiffre on pourrait extraire, par distillation à basse température, 30.000 tonnes d'essences légères, laissant 600.000 tonnes de semi-coke.

III. - Choix du véhicule et du gazogène

Le très vif intérêt que suscite à l'heure actuelle le gazogène et le désir — pour ne pas dire l'obligation — pour de nombreux usagers de circuler coûte que coûte, font parfois commettre des erreurs aussi bien dans le choix du matériel que dans l'installation de l'appareil et la transformation du moteur. Nous avons eu maintes fois l'occasion de voir des réalisations que nous qualifierons de désastreuses et il n'est pas rare qu'un bon gazogène ne donne que des résultats médiocres parce que le vendeur a mal conseillé son client ou parce que l'installateur a cru inutile de demander au fabricant les directives nécessaires.

En cette matière, comme en tant d'autres, chaque cas est un cas d'espèce et doit faire l'objet d'un examen approfondi. Quand il s'agit de matériel neuf, il n'y a pas à hésiter. Par contre, l'adaptation à la marche au gaz pauvre d'un véhicule déjà en service est souvent à déconseiller. Ni le fabricant, ni l'installateur n'ont intérêt à conseiller la transformation si elle doit être une mauvaise affaire pour le client.

L'expérience a prouvé que certains moteurs se prêtent mieux que d'autres à cette transformation. Il intervient en effet plusieurs facteurs tels que le régime normal avec l'essence, la robustesse du moteur, la réserve de puissance, le calcul de l'équipage mobile et la résistance de la ligne d'arbre, les possibilités de modification du taux de compression, le couple du démarreur, la tension de l'installation électrique, etc.

De même le dessin du châssis, le type de carrosserie, le genre de service que le véhicule doit assurer, entrent en ligne de compte.

Mais c'est avant tout l'âge, ou plutôt le degré d'usure du véhicule à transformer qui pèse dans la balance. L'installation d'un gazogène ne doit pas être considérée comme un moyen de régénérer des véhicules qui ont atteint l'âge d'être mis à la ferraille. La transformation a d'autant plus de chances d'être une opération avantageuse que le véhicule est plus « jeune ». Le prix du gazogène et les frais de transformation sont les mêmes pour un véhicule qui a fait 150.000 km que pour celui qui en a parcouru seulement 30.000. On comprend sans peine que l'état mécanique du véhicule doit lui permettre de parcourir encore un nombre de kilomètres suffisant pour amortir la dépense occasionnée par l'adoption du gazogène. Dans le même ordre d'idées, la transformation présente davantage d'intérêt sur un véhicule circulant beaucoup que sur une voiture ne sortant qu'occasionnellement. Pour celle-ci, la question ne se pose même pas, à moins de circonstances particulières.

Le problème, on le voit, est assez complexe lorsqu'il s'agit de matériel à transformer.

La question esthétique passe actuellement au second plan. Sans aller jusqu'aux conceptions ahurissantes dues à des mécaniciens un peu trop audacieux, on peut affirmer que les problèmes de refroidissement et la facilité du démontage ainsi que la réduction de la perte de place ont une importance bien plus grande que l'aspect.

Nous avons parlé plus haut de la réserve de puissance du moteur. Un véhicule dont le moteur est déjà « tangent », comme c'est le cas pour beaucoup de camionnettes jusqu'à 1.500 ou 1.800 kilos et dont la cylindrée est d'environ 2 L à 2 L 5, pourra être muni d'un gazogène si l'utilisateur veut bien accepter une certaine réduction de la charge utile, ou de la vitesse, ceci exigeant une modification du couple arrière. Si le service du véhicule comporte un fréquent usage de la première (parcours accidenté) avec la marche à l'essence, le montage d'un couple plus petit est indispensable en cas d'installation d'un gazogène. Cette question est examinée en détail dans le chapitre traitant de la transformation du moteur et de l'adaptation du véhicule.

En règle générale, l'installateur fera toutes réserves quant aux résultats pouvant être obtenus :

- a) Avec les moteurs tournant à plus de 3.000 tours ;
- b) Avec les véhicules équipés en 6 volts ;

- c) Avec les véhicules munis d'un démarreur calculé trop juste ;
 d) Avec les véhicules exigeant des transformations trop importantes ou trop délicates.
 e) Avec les moteurs à taux de compression élevé n'ayant qu'une faible réserve de puissance.

En certains cas, par exemple quand il s'agit de véhicules à huile lourde ayant peu servi, il peut être plus avantageux de garder ce véhicule intact, de le remiser et de faire l'acquisition d'un camion à essence usagé qu'on fera équiper d'un gazogène.

Dans un autre ordre d'idées, l'équipement d'un camion n'ayant pas le démarrage électrique — il en circule un assez grand nombre — pose un problème qui n'est pas toujours facile à résoudre. Le lancement à la main d'un moteur ayant un taux de compression de 8 ou plus n'est pas chose aisée, même si on part à l'essence. Pour partir au gaz, il faut un ventilateur et s'il n'y a pas d'équipement électrique, il est indispensable d'installer une batterie pour alimenter le ventilateur, à moins de monter un ventilateur à main. La batterie pourra être rechargée tous les soirs au garage.

..

Quant au choix de l'équipement, il sera déterminé en premier lieu par la cylindrée-minute du moteur. *On désigne par cylindrée-minute la quantité de mélange gazeux que le moteur aspire en une minute.* Elle dépend donc de la cylindrée du moteur et de la vitesse de rotation. Comme il n'y a qu'une aspiration tous les deux tours, la cylindrée-minute se calcule par la formule

$$0.3925 \times n \times d^2 \times C \times N$$

dans laquelle

n = nombre de cylindres,

d = alésage en cm.,

C = course en cm.,

N = nombre de tours par minute.

Le tableau ci-contre donne les valeurs en litres pour les moteurs jusqu'à 12.000 cmc. de cylindrée et les régimes de rotation de 1.500 à 4.000 tours. (Pour les moteurs deux temps, les chiffres sont à multiplier par 2.)

QUANTITE DE MELANGE GAZEUX ASPIRE PAR MINUTE

(Moteurs 4 temps de 1.500 cm. à 12 L, régime de 1.500 à 2.000 t.-m.)

| Cylindrée | REGIME EN TOURS-MINUTE | | | | | |
|-----------|------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| | 1.500 | 1.600 | 1.700 | 1.800 | 1.900 | 2.000 |
| 1.500 | 1.125 | 1.200 | 1.275 | 1.350 | 1.425 | 1.500 |
| 1.750 | 1.315 | 1.400 | 1.490 | 1.575 | 1.665 | 1.750 |
| 2.000 | 1.500 | 1.600 | 1.700 | 1.800 | 1.900 | 2.000 |
| 2.250 | 1.690 | 1.800 | 1.910 | 2.025 | 2.120 | 2.250 |
| 2.500 | 1.875 | 2.000 | 2.120 | 2.250 | 2.385 | 2.500 |
| 2.750 | 2.065 | 2.200 | 2.335 | 2.475 | 2.615 | 2.750 |
| 3.000 | 2.250 | 2.400 | 2.550 | 2.700 | 2.850 | 3.000 |
| 3.250 | 2.440 | 2.600 | 2.760 | 2.925 | 3.090 | 3.250 |
| 3.500 | 2.625 | 2.800 | 2.970 | 3.150 | 3.340 | 3.500 |
| 3.750 | 2.815 | 3.000 | 3.180 | 3.375 | 3.570 | 3.750 |
| 4.000 | 3.000 | 3.200 | 3.400 | 3.600 | 3.800 | 4.000 |
| 4.500 | 3.375 | 3.600 | 3.825 | 4.050 | 4.275 | 4.500 |
| 5.000 | 3.750 | 4.000 | 4.250 | 4.500 | 4.750 | 5.000 |
| 5.500 | 4.125 | 4.400 | 4.675 | 4.950 | 5.325 | 5.500 |
| 6.000 | 4.500 | 4.800 | 5.100 | 5.400 | 5.700 | 6.000 |
| 6.500 | 4.875 | 5.200 | 5.525 | 5.850 | 6.175 | 6.500 |
| 7.000 | 5.250 | 5.600 | 5.950 | 6.300 | 6.650 | 7.000 |
| 7.500 | 5.625 | 6.000 | 6.375 | 6.750 | 7.125 | 7.500 |
| 8.000 | 6.000 | 6.400 | 6.800 | 7.200 | 7.600 | 8.000 |
| 8.500 | 6.375 | 6.800 | 7.225 | 7.650 | 8.075 | 8.500 |
| 9.000 | 6.750 | 7.200 | 7.650 | 8.100 | 8.550 | 9.000 |
| 10.000 | 7.500 | 8.000 | 8.500 | 9.000 | 9.500 | 10.000 |
| 11.000 | 8.250 | 8.800 | 9.350 | 9.900 | 10.450 | 11.000 |
| 12.000 | 9.000 | 9.600 | 10.200 | 10.800 | 11.400 | 12.000 |

QUANTITE DE MELANGE GAZEUX ASPIRE PAR MINUTE

(Moteurs 4 temps de 1.500 cm. à 12 L, régime de 2.250 à 4.000 t.-m.)

| Cylindrée | REGIME EN TOURS-MINUTE | | | | |
|-----------|------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 2.250 | 2.500 | 3.000 | 3.500 | 4.000 |
| 1.500 | 1.690 | 1.875 | 2.250 | 2.625 | 3.000 |
| 1.750 | 1.970 | 2.190 | 2.625 | 3.060 | 3.500 |
| 2.000 | 2.250 | 2.500 | 3.000 | 3.500 | 4.000 |
| 2.250 | 2.530 | 2.810 | 3.375 | 3.930 | 4.500 |
| 2.500 | 2.810 | 3.120 | 3.750 | 4.375 | 5.000 |
| 2.750 | 3.100 | 3.440 | 4.125 | 4.810 | 5.500 |
| 3.000 | 3.375 | 3.750 | 4.500 | 5.250 | 6.000 |
| 3.250 | 3.660 | 4.060 | 4.875 | 5.690 | 6.500 |
| 3.500 | 3.930 | 4.375 | 5.250 | 6.125 | 7.000 |
| 3.750 | 4.165 | 4.690 | 5.625 | 6.560 | 7.500 |
| 4.000 | 4.500 | 5.000 | 6.000 | 7.000 | 8.000 |
| 4.500 | 5.060 | 5.625 | 6.750 | 7.875 | 9.000 |
| 5.000 | 5.625 | 6.250 | 7.500 | 8.750 | 10.000 |
| 5.500 | 6.190 | 6.875 | 8.250 | 9.625 | 11.000 |
| 6.000 | 6.750 | 7.500 | 9.000 | 10.500 | 12.000 |
| 6.500 | 7.310 | 8.125 | 9.750 | 11.390 | 13.000 |
| 7.000 | 7.880 | 8.750 | 10.500 | 12.250 | 14.000 |
| 7.500 | 8.450 | 9.375 | 11.250 | 13.120 | 15.000 |
| 8.000 | 9.000 | 10.000 | 12.000 | 14.000 | 16.000 |
| 8.500 | 9.650 | 10.620 | 12.750 | 14.900 | 17.000 |
| 9.000 | 10.125 | 11.250 | 13.500 | 15.750 | 18.000 |
| 10.000 | 11.250 | 12.500 | 15.000 | 17.500 | 20.000 |
| 11.000 | 12.375 | 13.750 | 16.500 | 19.250 | 22.000 |
| 12.000 | 13.500 | 15.000 | 18.000 | 21.000 | 24.000 |

Un arrêté ministériel du 18 septembre 1940 classe les gazogènes en cinq catégories établies d'après la puissance des moteurs :

| Catégorie | Cylindrée-minute | Poids maximum de l'installation |
|-----------|----------------------|---------------------------------|
| 1 | jusqu'à 2.500 litres | 350 kilos |
| 2 | 2.500 à 4.000 » | 400 » |
| 3 | 4.000 à 6.000 » | 500 » |
| 4 | 6.000 à 8.000 » | 600 » |
| 5 | plus de 8.000 » | 700 » |

La quantité de gaz que le moteur demande au gazogène étant fonction de la cylindrée-minute, il est évident que deux moteurs de même cylindrée ne sont pas à alimenter obligatoirement avec des gazogènes de même capacité. Nous entendons pas capacité ou débit la production normale de gaz en litres-minute et non pas la contenance de la trémie.

Si nous prenons par exemple deux moteurs de 4 L 5 de cylindrée, tournant l'un à un régime normal de 2.000 tours et l'autre à 3.000 tours, nous aurons pour le premier une cylindrée-minute de 4.500 litres (3^e catégorie) et pour le deuxième de 6.750 litres (4^e catégorie). Par contre, un moteur de 5 L 5 de cylindrée, tournant à 1.800 t. m., n'a qu'une cylindrée-minute de 4.950 litres et pourra être alimenté par un gazogène d'un débit inférieur à celui qu'il faut pour le moteur de cylindrée plus faible, mais tournant plus vite.

La répartition en catégories telle que l'établit l'arrêté ministériel, a pour but de limiter le poids des appareils. Mais dans la limite de ce poids, entière liberté est laissée aux fabricants en ce qui concerne le débit des gazogènes. Il appartient donc à l'installateur ou au vendeur de choisir ou de conseiller un appareil dont le débit correspond à la cylindrée-minute du moteur. Bien que les générateurs aient une grande marge de sécurité au point de vue du débit, on risque quelquefois de monter un appareil trop faible ou trop fort. Dans le premier cas, on aura une alimentation insuffisante ou bien on fera chauffer le foyer du générateur exagérément, par suite de l'aspiration trop vive du moteur. Un foyer trop grand peut être la cause d'une consommation excessive. Ce n'est donc pas, répétons-le, de l'impor-

tance de la trémie qu'il faut tenir compte, mais du diamètre du foyer et des cotes des orifices d'admission d'air, surtout quand il s'agit de générateurs à tuyères.

D'une manière générale on monte un appareil plus gros pour avoir une surface filtrante plus grande. En même temps, le foyer de diamètre plus grand résiste mieux à la chaleur et risque moins de rougir, si le véhicule fait de longs parcours à plein régime, en montagne ou dans des conditions difficiles. Ceci explique que des véhicules identiques peuvent être équipés d'appareils différents. De toute manière, l'installateur ou le client ont le plus grand intérêt à fournir au fabricant les renseignements suivants :

- 1) type du moteur ;
- 2) course et alésage ;
- 3) taux de compression (voir page 55, la manière de mesurer le volume de la chambre de compression) ;
- 4) disposition des soupapes ;
- 5) forme de la chambre de compression (à relever comme il est indiqué page 59) ;
- 6) distance entre le PMH du piston et le plan de joint du groupe ;
- 7) l'emplacement de la pipe d'admission (le moteur étant vu du volant) ;
- 8) le nombre de vitesses et si possible leur rapport ;
- 9) le rapport du pont arrière ;
- 10) la charge utile et la charge totale du véhicule ;
- 11) le genre de service à assurer par le véhicule (parcours total par jour, arrêts, côtes, etc.) ;
- 12) la tension de l'équipement électrique.

Quant au point de savoir s'il faut préférer le bois au charbon de bois, ou réciproquement, nous avons donné page , toutes les caractéristiques des différents combustibles, avec leurs avantages et leurs inconvénients.

IV. -- La perte de puissance

Si l'on veut éviter des déboires avec un véhicule à gazogène, on se gardera d'exiger de celui-ci plus qu'il ne peut donner. On se rappellera que tout moteur, quel qu'il soit, développe moins de puissance avec le gaz pauvre qu'avec l'essence ou le gasoil.

Cette perte de puissance est due à plusieurs causes que nous allons examiner en détail. Nous comprendrons mieux alors la nécessité des transformations à faire et la valeur relative des procédés employés pour réduire la perte.

1) Pouvoir calorifique plus faible du gaz. — C'est la principale cause de la perte de puissance. Le gaz de gazogène n'est pas un combustible pur comme le gaz d'éclairage par exemple. Le tableau de la page suivante montre que le gaz de gazogène contient, en volume, moins de la moitié seulement de gaz combustibles. Ceux-ci sont principalement :

l'oxyde de carbone (CO),

l'hydrogène (H^2),

le méthane (CH^4),

l'éthylène (C^2H^4).

La majeure partie du gaz amené au mélangeur est constituée par des gaz inertes : l'azote (N^2) et, en faible proportion, l'anhydride carbonique (CO^2) qui n'est pas toujours totalement réduit. Les gaz inertes (qu'on ne trouve qu'en très faible quantité dans le gaz d'éclairage ou gaz de ville) proviennent de l'air nécessaire à la combustion dans le gazogène. Cet air est constitué, on le sait, par environ 1/5 (en volume) d'oxygène et envi-

**Composition et pouvoir calorifique inférieur de
différents gaz (par m³)**

| GAZ | Co (3,060) | H ² (2,595) | CH ⁴ (8,550) | C ² H ⁴ 13,500 | CO ² | N ² | Calo- ries |
|---|---------------|---------------------------|----------------------------|---|-----------------|----------------|---------------|
| 1. Gaz de bois (hêtre et pin, eau 12%). cal. | 0,210 642 | 0,185 479 | 0,009 77 | 0,002 27 | 0,097 — | 0,497 — | 1.225 |
| 2. Gaz de bois (comp. moyenne) cal. | 0,190 581 | 0,120 312 | 0,023 196 | 0,003 40 | 0,144 — | 0,520 — | 1.130 |
| 3. Gaz de charbon de bois (composi- tion moyenne) cal. | 0,285 872 | 0,100 259 | 0,026 222 | — — | 0,020 — | 0,569 — | 1.355 |
| 4. Gaz de four à coke. cal. | 0,065 199 | 0,533 1,380 | 0,361 3,087 | 0,027 364 | 0,014 — | — — | 0.030 |
| 5. Gaz d'éclairage cal. | 0,125 382 | 0,437 1,132 | 0,344 2,941 | 0,060 810 | — — | 0,034 — | 5.165 |

ron 4/5 d'azote. Ces derniers, gaz inertes, ne participent à aucune réaction et se laissent véhiculer en véritables parasites, à travers le gazogène et le moteur, pour retourner finalement dans l'atmosphère avec les gaz d'échappement. Cette présence de corps inertes dans le gaz pauvre a pour résultat :

2) Pouvoir calorifique plus faible du mélange aspiré.

— Le tableau II donne la quantité d'air nécessaire à la combustion dans le moteur, le pouvoir calorifique du mélange et l'équivalent théorique en kilogrammes-mètres, d'un litre de mélange ou de cylindrée. On remarquera que la différence entre le gaz de charbon de bois et l'essence est très sensible :

1 litre de mélange air-essence donne 850 calories;

1 litre de mélange air-gaz pauvre donne 570 calories.

Les coefficients de rendement étant supposés les mêmes dans les deux cas, on peut considérer, qu'à même vitesse de rotation, un moteur donné développe avec le gaz de gazogène une puissance égale à $\frac{570}{850}$ ou 67 % de la puissance obtenue avec l'essence.

Quantité d'air nécessaire à la combustion, pouvoir calorifique du mélange et équivalent théorique en kg. m.

| GAZ | Air (m ³) | Pouvoir calorifq. du mélange par | | Equiva- lent en kgm. |
|------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------|----------------------------|
| | | m ³ | L | |
| 1. Gaz de bois.... | 1.250 | 540 | 0,54 | 229 |
| 2. Gaz de bois.... | 1.180 | 520 | 0,52 | 221 |
| 3. Gaz de charbon de bois | 1.380 | 570 | 0,57 | 242 |
| 4. Gaz de four à coke | 6.210 | 700 | 0,70 | 297 |
| 5. Gaz d'éclairage. | 6.480 | 690 | 0,69 | 293 |
| 6. Essence. | 15-18 L p.gr. | 850 | 0,85 | 360 |

3) Vitesse de rotation moins grande. — Nous venons de dire : qu'à « même vitesse de rotation ». On pourrait supposer que pour réduire la perte de puissance, il suffirait de faire tourner le moteur à gaz pauvre plus vite. D'aucuns n'ont pas hésité à préconiser ce moyen, en mettant en garde, toutefois, contre un accroissement exagéré du régime de rotation. Conseil superflu : Le moteur à gaz pauvre ne peut pas tourner aussi vite que le moteur à essence, à cause de l'inflammabilité moindre du gaz pauvre (voir page 107). Un moteur qui tourne aisément à 4.000 t. m. avec l'essence, dépassera difficilement 3.000 t. m. avec le gaz pauvre. Comme la puissance d'un moteur est directement proportionnelle (du moins dans une certaine mesure) au régime, c'est-à-dire au nombre d'impulsions données au vilebrequin dans l'unité de temps, il y a donc là une autre cause de la diminution de puissance avec le gaz pauvre.

Les constituants du gaz pauvre (oxyde de carbone, hydrogène, méthane et éthylène) ont une température d'allumage sensiblement supérieure à celle de l'essence ou du gasoil. Ceci explique du reste que le gaz de gazogène supporte un taux de compression beaucoup plus élevé que l'essence, sans risque d'auto-allumage.

On sait, en outre, que le moteur alimenté au gaz de gazogène fonctionne avec un taux de compression beaucoup plus élevé que celui du moteur à essence.

Or la résistance des gaz au passage de l'étincelle est d'autant plus grande que le gaz est plus fortement comprimé.

La perte de puissance totale par rapport au même moteur à essence peut atteindre jusqu'à 50 %. Elle est d'autant plus sensible que le moteur, alimenté à l'essence, tournait plus vite. Le moteur de grosse cylindrée, ayant un régime optimum de 2.500 tours-minutes, perdra moins de puissance que le moteur rapide de faible cylindrée. On préférera donc, pour la transformation, des moteurs ayant un régime de rotation assez faible, ne dépassant pas 2.000 à 2.500 tours-minute. A moins qu'on ne puisse, par substitution d'éléments d'un alésage beaucoup plus grand (cas des Citroën P 45, par exemple), augmenter la cylindrée dans une forte proportion.

En ce qui concerne la perte de puissance, il convient de distinguer également entre le moteur à essence, dit à « explosion », ou à volume constant et pression variable (augmentation considérable de la pression pendant un très faible déplacement

du piston) et le moteur Diesel ou à huile lourde, dit à « combustion » ou à pression constante et volume variable (la pression n'augmente pas, par suite de l'augmentation du volume dû au déplacement du piston).

Le moteur à essence, que l'on veut transformer, a un rendement déterminé, fonction de son taux de compression. La perte qu'entraîne l'alimentation au gaz, peut être récupérée en partie par l'augmentation du taux de compression.

Dans le cas du moteur à huile lourde, on diminue au contraire le taux de compression, généralement beaucoup trop élevé pour que nos bougies d'allumage puissent résister. Cette diminution du taux de compression s'accompagne fatalement d'une diminution du rendement thermique, en même temps qu'on fournit au moteur une cylindrée moins riche en calories. La conséquence est qu'à même régime de rotation la perte de puissance est plus sensible pour un moteur à huile lourde que pour un moteur à essence. On peut la réduire, dans de nombreux cas, par une augmentation appréciable de l'alésage. Par contre, on ne risque pas, en transformant un moteur à huile lourde, de voir le régime optimum baisser. Ce type de moteur tourne en général à une vitesse que le moteur au gaz peut atteindre sans difficultés. Elle est en effet de l'ordre de 1.800 à 2.200 tours-minute; chiffre qui peut être dépassé avec le gaz. En ce cas, on risque parfois d'atteindre un régime dangereux pour la conservation des organes et il est toujours prudent de limiter la vitesse au maximum préconisé par le constructeur et de prévoir à cet effet un régulateur.

Pour nous résumer, nous dirons donc que la perte de puissance est due aux causes suivantes :

I Moteur à essence : a) *diminution du pouvoir calorifique de la cylindrée, dans le rapport de 570 à 850 ;*

b) *Diminution de la vitesse de rotation.*

Atténuation de la perte par augmentation du taux de compression.

II Moteur à huile lourde : a) *diminution du pouvoir calorifique de la cylindrée ;*

b) *Abaissement du taux de compression.*

Atténuation de la perte grâce au maintien du régime de rotation.

En ce qui concerne la transformation des moteurs à huile lourde, il faut également considérer que pour une même charge

utile on a un poids mort plus élevé, dû au fait que tous les organes sont calculés plus largement que pour la marche à l'essence. Pour deux véhicules de même tonnage utile, l'un muni d'un moteur à essence et l'autre d'un moteur à huile lourde, la perte, en cas de transformation pour la marche au gaz pauvre, sera plus sensible avec le second qu'avec le premier.

D'une manière générale, et sauf dans les régions accidentées, les véhicules sont rarement utilisés à pleine puissance et en palier on n'est pas loin d'atteindre des résultats comparables à ceux enregistrés avant la transformation. En supposant que le moteur permette des modifications intéressantes (comme par ex. les Citroën P. 32 et P. 45), on obtiendra un service d'autant meilleur, surtout en pays accidenté, que le rapport de démultiplication de la première est plus faible. La perte de puissance est d'autant moins sensible que :

- 1) la réserve de puissance est plus grande ;
- 2) la gamme de vitesses plus étendue ;
- 3) le rapport en première plus faible.

A poids égal, on montera une côte avec une première de 0,20 qu'on ne monterait peut-être pas avec un rapport de 0,25.

L'augmentation de la cylindrée par suralésage est applicable dans les deux cas, à condition que les particularités constructives le permettent.

Il n'est guère possible, en pratique, d'éviter entièrement la perte de puissance, mais on peut, dans une certaine mesure, la réduire. Ce que demandent les usagers, c'est avant tout la possibilité de se servir de leur véhicule.

La perte de puissance se traduit en fin de compte par une perte de vitesse ou une perte de charge, souvent même les deux. Si l'on veut conserver la même vitesse, il faut diminuer la charge transportée, en tenant compte du fait que la charge utile est déjà diminuée, dans une certaine mesure par le poids de l'installation et la réserve de combustible. En ce cas, le problème n'est pas difficile à résoudre, à moins que le véhicule n'ait à assurer un service sur parcours accidenté. La perte de charge pourra paraître d'autant plus sensible à de nombreux usagers qu'ils avaient pris la fâcheuse habitude de surcharger leur véhicule à essence. On trouvait normal de charger 5 tonnes sur un camion prévu pour 4 tonnes et l'on sera surpris d'apprendre qu'un service satisfaisant ne pourra être obtenu avec le gaz qu'en ne mettant pas plus de 3.500 kilos.

Mais, comme nous l'avons dit, lorsqu'on veut bien accepter

une certaine diminution de la charge utile, le problème est simple : à part le moteur, aucun organe du véhicule n'est à transformer.

Il en va autrement quand le propriétaire tient à transporter le même poids, fût-ce au prix d'une notable réduction de vitesse. En ce cas, le remplacement du couple d'origine par un autre d'un rapport plus faible, sera généralement nécessaire. Or actuellement et sans doute pendant un certain temps encore devons nous compter avec le manque de pièces détachées et la difficulté de se procurer des pièces de transformations. Aussi estimons-nous que l'usager agira sagement en ne chargeant pas son véhicule au delà de ce qu'il peut obtenir normalement avec le gazogène.

V. -- Les transformations à apporter au véhicule

A la base de l'installation d'un gazogène sur un véhicule, il y a l'adaptation du moteur. Celle-ci repose essentiellement sur la modification du taux de compression qui sera augmenté si, à l'origine, le moteur fonctionnait à l'essence, et diminué si le moteur était du type à huile lourde.

Mais d'abord : qu'est-ce que le taux de compression ?

Le lecteur averti nous excusera si nous nous étendons quelque peu sur cette question, mais nous avons rencontré tant d'idées fausses, tant de conceptions erronées, que nous jugeons indis-

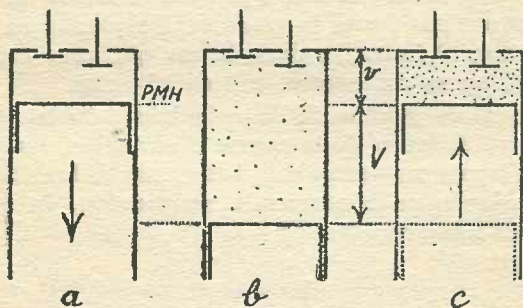


Fig. 13. — Taux de compression = $\frac{V + v}{v}$

pensable de familiariser le mécanicien avec le calcul du taux de compression, avant de lui indiquer les moyens de changer ce taux.

Examinons la figure 13. Elle représente schématiquement les différentes phases de fonctionnement d'un moteur à quatre temps :

a) Le piston se trouve au P M H. et va commencer sa course d'admission. Il n'y a donc aucun gaz frais ;

b) Le piston est arrivé en fin de course d'admission, au P M B, après avoir aspiré un volume de mélange gazeux correspondant au volume engendré par son déplacement, et qui est fonction de la course et de l'alésage. Supposons que notre moteur ait 100 mm. d'alésage et 150 mm. de course. Le volume de gaz admis ou *cylindrée* sera calculé à l'aide de la formule

$$\frac{d^2 \pi c}{4} \quad (\text{ou } \frac{d^2 \times 3,14 \times c}{4} = d^2 \times 0,785 \times c$$

dans laquelle

d = alésage ou diamètre en cm.,

$\pi = 3,14,$

c = course en cm.

Nous obtiendrons donc une cylindrée de

$$(1) \quad \frac{5 \times 5 \times 3,14 \times 15}{4} = 1.177 \text{ cmc.}$$

c) Le piston est remonté au P M H et a comprimé dans un espace restreint les gaz admis pendant la course descendante. C'est cet espace qui forme la chambre d'explosion ou chambre de combustion. Admettons, dans le cas qui nous occupe, que son volume, ou sa contenance, soit de 235 cmc.

Appelons V le volume de la cylindrée et v le volume de l'espace mort. A la fin de la course d'admission, les gaz occupent tout l'espace au-dessus du piston, c'est-à-dire les volumes V + v. A la fin de la course de compression, ils n'occupent plus que le volume v.

Le rapport

$$\frac{V + v}{v}$$

exprime le taux de compression; en l'occurrence, nous avons

$$(2) \quad \frac{1177 + 235}{235} = \frac{1412}{235} = 6.$$

Autrement dit, ce moteur a un taux de compression de 6.

MAIS NE DITES PAS QUE SA COMPRESSION EST DE 6 KGS. La compression est indiquée par le rapport de 6 : 1. La pression réelle, en fin de la course de compression, s'exprime, elle, en kilos. Elle dépend de plusieurs facteurs, notamment :

du taux de compression;

de l'étanchéité plus ou moins grande du cylindre;
 de la quantité de gaz aspirée, c'est-à-dire de l'ouverture plus
 ou moins grande du papillon des gaz;
 de l'évacuation plus ou moins rapide de la chaleur par les
 parois.

Théoriquement on l'obtient en multipliant par 2 le taux de
 compression moins 1. Dans notre exemple, nous aurons donc :

$$2 \times (6 - 1) = 2 \times 5 = 10 \text{ kgs.}$$

Pour bien faire comprendre la différence entre le taux de
 compression — appelé plus exactement rapport volumétrique
 de compression — et la pression réelle des gaz en fin de course
 de compression, nous soulignerons ce fait que dans un moteur
 bien établi le taux de compression est le même pour tous les
 cylindres. Dans notre moteur de 100×150 mm., nous trou-
 verons partout 6, si nous mesurons les volumes. Mais il suffit
 qu'une soupape ferme mal ou qu'un cylindre soit ovalisé, pour
 que nous trouvions, au manomètre, une pression de 3 kgs dans
 un cylindre, alors que dans les autres la pression sera de 8 ou
 9 kgs par exemple.

LA PRESSION VARIE D'UN CYLINDRE A L'AUTRE; LE TAUX DE
 COMPRESSION EST LE MÊME POUR TOUS LES CYLINDRES.

Autre fait qui illustre la différence entre la pression et le
 taux de compression : Quand un moteur tourne à vide, au
 ralenti, avec le papillon des gaz presque fermé, il aspire moins
 de gaz qu'à pleine charge. La pression de ce gaz, à la fin de la
 course de compression, sera donc également moindre puisque
 dans un même espace on comprime une quantité de gaz égale-
 ment moindre.

Mais le taux de compression ne change pas. Ceci explique
 qu'il n'y ait pas d'auto-allumage, même dans un moteur à taux
 de compression élevé, lorsque ce moteur tourne à faible charge
 et au ralenti. Mais l'auto-allumage se produit dès qu'on accé-
 lère à fond.

COMMENT DÉTERMINER LE TAUX DE COMPRESSION ?

Il est indispensable, quand on veut procéder à la transfor-
 mation d'un moteur en vue de la marche au gaz pauvre, de
 connaître exactement le taux de compression et de voir par
 quel moyen et dans quelle proportion on peut augmenter ce
 taux.

Dans la plupart des cas, l'installateur ne connaît ni le taux

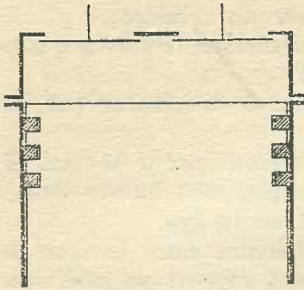


FIG. 14. — Culasse droite à soupapes en tête.

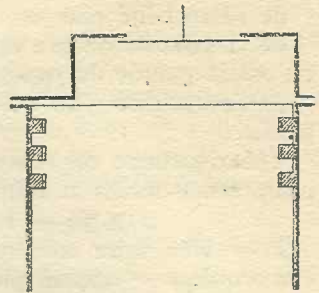


FIG. 15. — Culasse déportée à soupapes en tête.

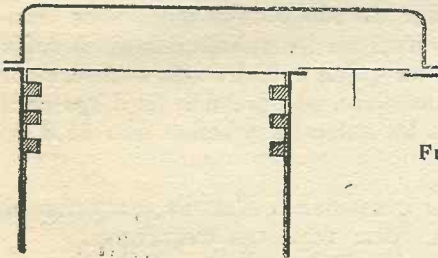


FIG. 16. — Culasse en chapelle à soupapes latérales.

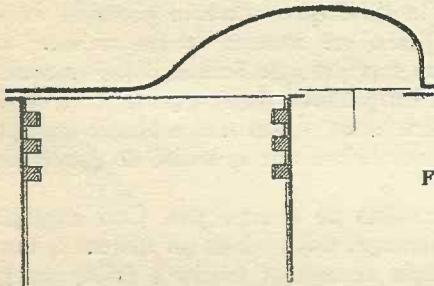


FIG. 17. — Culasse déportée à soupapes latérales.

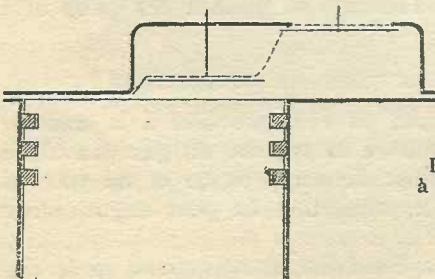


FIG. 18. — Culasse déportée à soupapes en tête décalées.

de compression, ni le volume de la chambre d'explosion. Il s'agit donc d'abord de déterminer ce volume. La chambre d'explosion n'a pour ainsi dire jamais une forme géométriquement

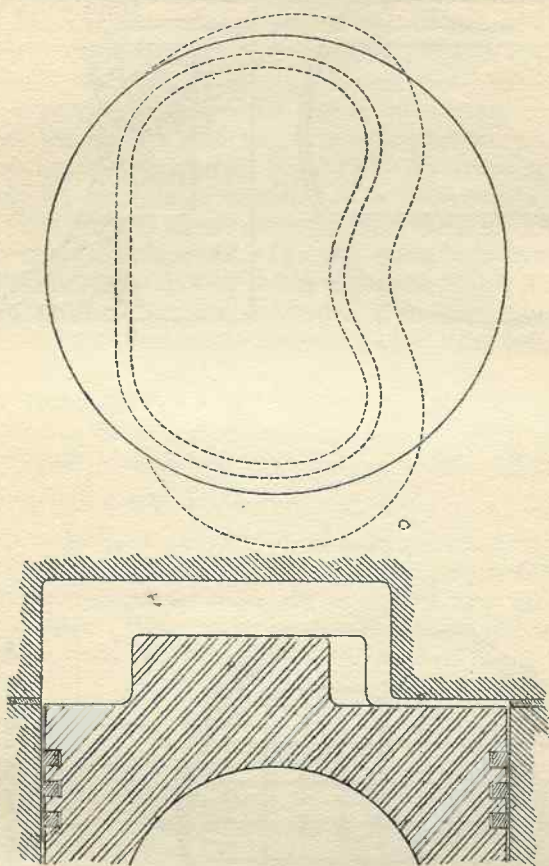


FIG. 19. — Culasse et piston gaze pour Renault AGR, YFAB, etc.

régulière, de sorte qu'il est généralement impossible d'en calculer le volume, à moins de connaître le taux. La planche ci-contre montre plusieurs vues de culasses, en plan et en coupe, choisies parmi les plus courantes et dont la forme ne permet qu'un calcul approximatif du volume. En pratique, il y a donc deux cas à considérer : l'évaluation par calcul et la mesure à l'aide d'une éprouvette.

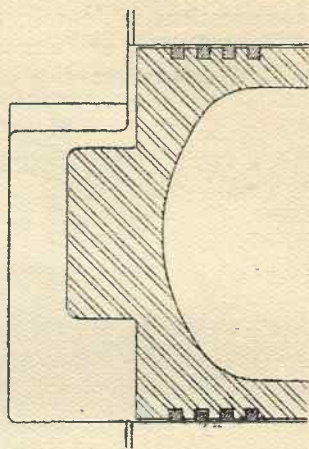
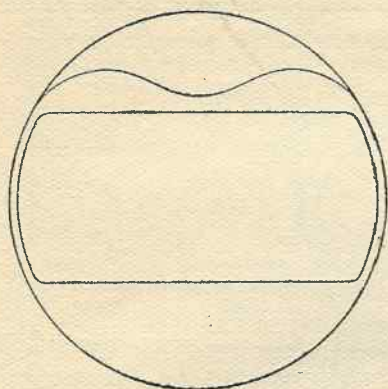


Fig. 20. — Culasse et piston gazo pour Berliet MKO

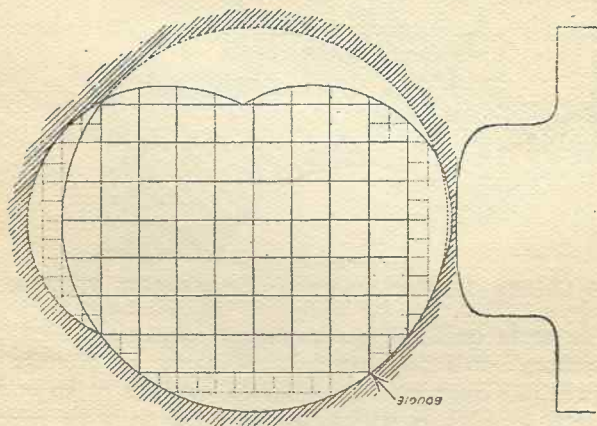


Fig. 21. — Mesure de la surface de base d'une culasse à périphérie irrégulière

A) Evaluation par calcul. — Certaines chambres ont une surface irrégulière, mais les parois latérales sont rigoureusement perpendiculaires au plan de joint. C'est le cas pour les culasses représentées par les figures 19 (Renault A.G.R.) et 20 (Berliet M.K.O.). On relève par empreinte sur un morceau de papier pour joint le contour exact de la culasse. Dans la surface ainsi délimitée, on trace, en partant du centre, des lignes perpendiculaires, distantes de 1 cm. La figure 21 montre le tracé de ces lignes. On obtient ainsi un certain nombre de petites cases égales chacune à une surface de 1 cm². On remarque qu'à la périphérie, les carrés sont coupés par la ligne courbe. On peut les subdiviser par des lignes distantes de 5 mm., chacune de ces nouvelles cases représentant 1/4 cm²; quant aux cases irrégulières qui resteront, il sera facile d'arriver, par estimation, à en connaître la surface approximative. C'est ainsi que la figure 21 représente une surface d'environ 74 cm², dans laquelle nous avons

| | |
|--|----------------------|
| 57 cases de 1 cm ² , soit | 57 cm ² |
| 37 cases de 1/4 cm ² , soit | 9 cm ² 25 |
| 20 cases irrégulières, égales à | 7 cm ² 75 |

soit une surface totale de 74 cm².

Il nous suffira, la surface étant connue, de multiplier par la hauteur, et de déduire le volume occupé par le dépassement des soupapes. Supposons qu'il soit de 4 mm. avec un diamètre de 50 mm. pour l'admission et 46 mm. pour l'échappement. Nous aurons pour la première un volume de

$$(3) \quad 5 \times 5 \times 0,785 \times 0,4 = 7,85$$

et pour la deuxième un volume de

$$(4) \quad 4,6 \times 4,6 \times 0,785 \times 0,4 = 6,64$$

Précisons que dans le calcul du volume de la chambre de compression, on tiendra compte de la hauteur du joint qui est en moyenne de 1,5 mm., chiffre qu'on peut ajouter à la hauteur absolue de la chambre. Le joint suit le cylindre là où la culasse déborde, et la culasse là où celle-ci est en retrait. (Sur la figure, les hachures correspondent au joint de culasse).

Pour une hauteur de 34 + 1,5 mm., nous aurons donc au total un volume de

$$(5) \quad 74 \times 3,55 = 263 \text{ cm}^3$$

dont nous déduisons

$$(6) \quad 7,85 + 6,64 = 15,5 \text{ cm}^3$$

Il reste donc un volume net de

$$(7) \quad 263 - 15,5 = 247,5 \text{ cm}^3$$

i) Voyons maintenant le cylindre : Deux cas peuvent se présenter (*nous supposons le piston à fond plat*) :

a) Le piston, au P M H, est plus bas que le plan de joint : En ce cas, on ajoute ce volume à celui trouvé plus haut. Soit

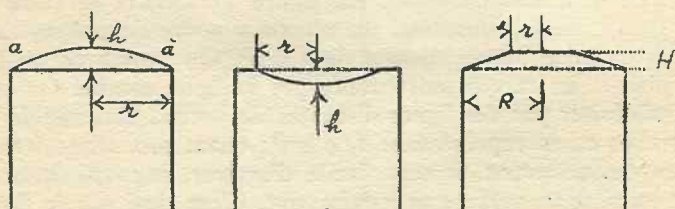


FIG. 22. — Différentes formes de pistons
à gauche : piston bombé ; au centre : piston à fond creux ;
à droite : piston à fond tronconique

la distance égale à 4 mm. Nous aurons alors, pour l'alésage de 100 mm. :

$$(8) \quad 10 \times 10 \times 0,785 \times 0,4 = 31,4 \text{ cm}^3.$$

Le volume total v de la chambre d'explosion sera donc de

$$(9) \quad 247,5 + 31,4 = 278,9 \text{ cm}^3$$

b) Le piston dépasse le plan de joint. Le volume de la chambre sera à diminuer du volume déplacé par le piston. Soit un dépassement de 2 mm. (cas peu fréquent). Nous trouvons un volume de

$$(10) \quad 10 \times 10 \times 0,785 \times 0,2 = 15,7 \text{ cmc.}$$

Le volume total sera égal à

$$(11) \quad 247,5 - 15,7 = 231,8 \text{ cmc.}$$

Dans le premier cas le taux de compression est de

$$(12) \quad \frac{1177 + 279}{279} = 5,2$$

et dans le second, nous obtenons

$$(13) \quad \frac{1177 + 232}{232} = 6$$

Ces chiffres montrent dans quelle proportion on peut accroître le taux de compression en augmentant la hauteur du piston au-dessus de l'axe.

2) *Pistons à fond bombé ou conique.* — Les pistons ne sont pas toujours à fond rigoureusement plat. Ils sont souvent bombés ou surmontés d'un tronc de cône. Le volume occupé par cette partie est à déduire du volume total tel que nous l'avons calculé plus haut sous (9) et (11); peu importe que le piston dépasse ou non le plan de joint. Le calcul du volume de la partie supérieure du piston n'est pas toujours facile, du fait que l'on ne connaît pas le rayon de l'arc $a - a'$. Toutefois, pour ceux de nos lecteurs qui veulent se donner la peine de relever le tracé exact, nous tenons à rappeler ici les formules à appliquer : (voir fig. 22 a-c)

a) *Piston bombé.* Il s'agit d'un segment sphérique dont le volume est égal à :

$$\frac{3,14 \times L \times (h^2 + 3 r^2)}{6}$$

b) *Piston à fond en tronc de cône :*

$$V = \frac{3,14 \times H \times (R^2 + r^2 + Rr)}{3}$$

Dans la plupart des cas on obtiendra une approximation suffisante en employant la deuxième formule, c'est-à-dire en considérant la partie supérieure du piston comme un tronc de cône.

Exemple : Prenons le piston du moteur Chevrolet qui à 88,89 mm. d'alésage, soit en chiffres ronds 88,9 mm. La partie supérieure est un segment sphérique à deux bases qui, en fait, s'approche sensiblement de la forme du tronc de cône. Les caractéristiques sont les suivantes (voir fig. 22 c) :

$$R = 44,45 \text{ mm.}$$

$$r = 22,5 \text{ mm.}$$

$$H = 4 \text{ mm.}$$

$$V = 15 \text{ cm}^3.$$

Comme on le voit, le calcul exact du volume de la chambre de compression est dans de nombreux cas une opération assez fastidieuse pouvant donner lieu à des erreurs parfois importantes, si l'on n'en a pas l'habitude. Aussi est-il préférable, en général, de mesurer le volume.

Si le piston est creux (fig. 22 b), on ajoute le volume de la calotte qu'on calcule de la même façon que pour le piston bombé.

B) Mesure du volume de la chambre de compression. — Il suffit de se munir d'une éprouvette graduée, ayant une contenance d'au moins 100 cmc. On démonte la culasse (ce qui n'est pas un travail supplémentaire, puisqu'en cas de transformation il faut de toute manière procéder à ce démontage); on la retourne pour que le plan de joint soit bien horizontal; on laisse en place bougie, soupapes (s'il s'agit d'un moteur à soupapes en tête) et le joint. On remplit la cavité d'huile fluide en notant la quantité versée. Si le piston ne monte pas jusqu'au plan de joint, on verse également de l'huile dans le cylindre et l'on ajoute les quantités ainsi versées. Si au contraire le piston dépasse le plan de joint, on déduit le volume occupé par la partie qui dépasse, ainsi que nous l'avons précisé plus haut.

C) Cas de certains moteurs Diesel. — D'une manière générale, il n'y a pas de différence, quant à la mesure ou plutôt au calcul du volume de la chambre de combustion, entre un moteur Diesel et un moteur à essence. Il existe toutefois certains moteurs à huile lourde, pour lesquels il est pratiquement impossible de calculer le volume de manière précise. Les uns ont une chambre de forme irrégulière disposée dans la culasse, d'autres comportent une cavité ou parfois une véritable chambre dans le piston, d'autres, enfin, ont des pistons pourvus de fraisages pour la descente des soupapes, de sorte que le seul moyen de connaître exactement le volume d'une chambre de Diesel, c'est de le mesurer à l'aide de l'éprouvette.

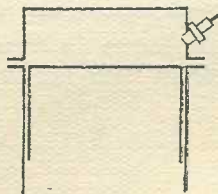


FIG. 23. — Culasse avec bougie placée en bas

Nous conseillons, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment, de démonter la culasse pour faire ces mesures. Si l'on verse dans la culasse non démontée, par le trou de bougie, lorsqu'il s'agit d'un moteur à essence, ou par le trou d'injecteur ou du réchauffeur, dans le cas d'un Diesel, on ne peut pas obtenir une mesure précise. En effet, dans un moteur à essence, la bougie est souvent placée au-dessous du point le plus élevé

de la chambre d'explosion (voir fig. 23). Dans le moteur Diesel également, il reste souvent un espace important au-dessus du trou par lequel on pourrait verser le liquide. De sorte qu'il n'est pas possible de remplir entièrement la chambre.

Connaissant les deux volumes V (cylindrée) et v (chambre de compression), il est aisé de calculer le taux de compression. (Voir page 55.)

De même, si l'on connaît le taux de compression, on peut calculer le volume de la chambre de compression. Nous avons vu que

$$\rho = \frac{V + v}{v}$$

ce qui peut s'écrire également

$$\rho = \frac{V}{v} + \frac{v}{v}, \text{ soit } \frac{V}{v} + 1.$$

En diminuant de 1 chaque membre de cette égalité, nous obtenons

$$\rho - 1 = \frac{V}{v}$$

et successivement

$$v (\rho - 1) = V,$$

d'où

$$v = \frac{V}{\rho - 1}$$

Autrement dit, pour trouver le volume de la chambre de compression, lorsqu'on connaît le taux de compression, on divise la cylindrée V par le taux moins 1. Soit $V = 1177$ et $\rho = 6$.

Nous aurons

$$v = \frac{1177}{6-1} = \frac{1177}{5} = 235,4 \text{ cmc.}$$

Une question se pose: Peut-on adopter indifféremment le même taux de compression pour toutes les transformations? A cette question, nous répondrons: Non! Les possibilités d'augmentation du taux de compression, c'est-à-dire de réduction de la chambre de compression, varient d'un type de moteur à l'autre. Deux moteurs peuvent avoir la même cylindrée et le même taux, par exemple 6. Dans l'un on pourra

porter le taux à 9 sans aucune difficulté; dans l'autre, on n'atteindra pas 7,5. Il faut tenir compte, en effet, de l'agencement de la culasse et de la disposition de la chambre, de sa forme, de l'emplacement des soupapes et de la bougie, des conditions de refroidissement, etc.

Nous classerons donc les moteurs en plusieurs catégories, dans l'ordre décroissant des possibilités d'augmentation du taux :

1) Moteurs à soupapes en tête avec chambre régulière dont le contour suit à peu près la paroi du cylindre (Voir fig. 14) ;

2) Moteurs à soupapes en tête, avec chambre partiellement déportée (Fig. 15) ;

3) Moteurs à soupapes latérales avec chambre entièrement au-dessus du cylindre. Cette disposition est de plus en plus rare (Fig. 16) ;

4) Moteurs avec soupapes latérales et chambre déportée (culasse genre Ricardo, fig. 17). Ces moteurs sont d'autant plus difficiles à adapter que le piston arrive plus près du plan de joint au P.M.H. et qu'il reste par conséquent moins de marge au-dessous du piston.

LES DIFFERENTS MOYENS D'AUGMENTER LE TAUX DE COMPENSATION

Il y a deux moyens d'augmenter le taux de compression :

a) diminution du volume de la chambre ;

b) augmentation de la cylindrée.

Dans certains cas, on emploie les deux.

Diminution du volume de la chambre de compression. —

C'est le moyen le plus fréquemment employé. Plusieurs procédés s'offrent au mécanicien ; mais avant de les examiner, nous dirons quelques mots sur le rendement du moteur en fonction du taux de compression.

Il est un fait connu que le rendement thermique d'un moteur est d'autant meilleur que le taux de compression est plus élevé. C'est du reste en raison de cette constatation que le taux des moteurs d'automobiles — appelés autrefois moteurs à pétrole — qui était de 3,5 à 4 : 1, a été porté peu à peu à plus de 6,5. C'est également pour cette raison, du moins en partie, que les moteurs à huile lourde dits « Diesel » ont un taux de compression oscillant aux environs de 15.

Le rendement du moteur théorique ou moteur parfait (1) dépend uniquement du taux de compression et augmente avec ce dernier, mais dans une proportion bien moindre, ainsi que l'indique le tableau ci-dessous :

| Taux de compression | Rendement |
|---------------------|-----------|
| 4 | 0,33 |
| 6 | 0,42 |
| 8 | 0,46 |
| 10 | 0,50 |
| 12 | 0,53 |
| 14 | 0,55 |
| 16 | 0,56 |

On remarquera d'abord que l'augmentation du rendement devient moins importante à mesure que le taux de compression s'élève. D'autre part, on tiendra compte du fait que tous les combustibles ne résistent pas également à une forte compression. Pour le gaz pauvre, on peut admettre un taux de 10, voire même de 11, sans qu'il y ait risque d'auto-allumage; si dans la pratique on n'adopte jamais un taux aussi élevé, c'est surtout parce que nous n'avons pas encore de bougies pouvant résister à ce taux. Mais c'est aussi parce que de nombreux mécaniciens (ceux qui sont partisans du montage « serré », en matière de réfection de ligne d'arbre), peu au courant des expériences les plus récentes, estiment qu'un taux supérieur à 7 ou 7,5 est nuisible aussi bien à la bonne tenue de la ligne d'arbre qu'au fonctionnement des bougies. Or, on trouve aujourd'hui des bougies résistant à une compression volumétrique de 9 et des moteurs Diesel dont l'embellage tient malgré un taux de compression de plus de 15.

Donc, en règle générale, chaque fois que les conditions matérielles le permettent (possibilité d'élever le piston ou de le munir d'un bossage, possibilité de changer la culasse ou de charger d'un apport de métal les chambres de l'ancienne), allez aussi loin que vous pourrez, au point de vue de l'accroissement du taux de compression, et n'hésitez pas à adopter un taux de 9 ou de 9,5, surtout s'il s'agit d'un Diesel.

(1) On appelle moteur parfait un moteur idéal, sans résistance de frottement, sans perte ni apport de chaleur par les parois, et où les différentes phases du cycle, notamment la combustion et l'entrée et la sortie des gaz, se produisent instantanément.

La marge de sécurité des différents organes d'un moteur à essence (nous ne parlons pas du Diesel, calculé plus largement) est assez grande pour qu'on puisse sans inconvénient imposer au moteur des charges plus élevées. Ce sont du reste moins les pressions de compression et les pressions de pointes qui fatiguent l'équipage mobile, que les pressions moyennes. Or celles-ci sont beaucoup moins importantes dans le moteur à gazogène que dans le moteur à essence. Au surplus, la détente est infiniment moins brusque avec le gaz qu'avec l'essence, de sorte que les organes sont à l'abri du choc, véritable coup de massure, qui se produit avec l'essence, au moment de l'explosion. Par contre, ce qui fatigue et détériore en très peu de temps un moteur à gazogène, c'est la marche à l'essence. Au bout de quelques instants, l'auto-allumage se produit, même avec l'avance à l'allumage réduite au minimum, et des accidents mécaniques tels que rupture d'un ressort de soupapes, descente de la soupape dans le cylindre, bris du piston et détérioration de la culasse et du groupe ne sont pas rares.

Tout moteur doit pouvoir démarrer directement au gaz, si la transformation est bien faite. Néanmoins, on munit les moteurs d'un carburateur de secours, qui servira moins pour la mise en route que pour les manœuvres éventuelles à l'atelier ou au garage.

♦♦

Si l'on considère d'une part la baisse de puissance et d'autre part l'augmentation du rendement en fonction du taux de compression, on pourrait être tenté d'élever purement et simplement le taux du moteur jusqu'à la valeur correspondant au rendement nécessaire pour compenser la perte de puissance. Traduit en chiffres, ce raisonnement nous amènerait par exemple aux résultats que voici :

En supposant une perte de puissance de 30 %, il faut augmenter le rendement dans une proportion égale. Ainsi le rendement d'un moteur ayant un taux de 6 — chiffre fréquent aujourd'hui — et qui est de 42, d'après le tableau ci-dessus, devrait être porté à

$$\frac{42 \times 100}{70} = 60 \%$$

rendement qu'il est impossible d'atteindre en pratique, parce qu'il correspond à un taux de compression trop élevé, supérieur

au taux le plus élevé qu'on puisse trouver, même dans les moteurs à huile lourde. Et nous nous sommes basés sur une baisse de 30 % seulement, alors qu'en réalité la différence est plus grande. Ici nous tenons à signaler qu'avec une transformation judicieuse, la perte de puissance sera moins sensible pour un moteur ayant à l'origine un faible taux de compression que pour un moteur ayant un taux élevé. En effet, d'après le tableau page 65, le gain est plus grand de 5 à 8 que de 6 à 9. Dans le premier cas, nous portons le rendement thermique de 0,38 à 0,46, soit une augmentation de 8 % ; dans le second, nous allons de 0,445 à 0,485, soit une augmentation de 4 % seulement. Ces chiffres montrent en même temps que l'élévation du taux de compression, si considérable soit-elle, ne suffit pas à réduire entièrement la perte de puissance.

Prenons, par exemple, un moteur qui, avec un taux de 5, développe une puissance de 100 CV.

Alimenté au gaz pauvre, sans transformation, il ne donnera plus que

$$\frac{100 \times 57}{85} = 67 \text{ CV (1)}.$$

En portant le taux de compression de 5 à 9, nous augmentons le rendement thermique de 0,38 à 0,485 et nous aurons une puissance théorique de

$$\frac{67 \times 485}{38} = 85,5 \text{ CV,}$$

de sorte qu'il subsiste toujours une diminution de puissance de 15 %. Nous verrons plus loin comment on peut récupérer cette perte.

Examinons maintenant les différents procédés employés pour diminuer le volume de la chambre de compression.

A) Elévation du point mort haut du piston. — C'est le moyen le plus simple et qui permet en outre de revenir à la marche à l'essence si pour une raison ou une autre l'utilisateur désire abandonner le gazogène. Cela peut être le cas pour les voitures munies d'une remorque. Il s'agit en somme de faire entrer le piston plus loin dans le cylindre ou même dans la chambre de la culasse. L'augmentation de la hauteur d'axe se traduit

(1) Voir page 49.

évidemment par une certaine augmentation de poids, mais les pistons actuels étant pour la plupart en alliage léger, la différence de poids entre le piston essence et le piston gazogène est peu importante. Il n'est du reste pas absolument nécessaire de laisser un fond plus épais; le piston peut garder la même hauteur totale; on descend l'axe de la quantité voulue en utilisant une ébauche sorti d'une autre coquille, à moins qu'une différence de hauteur d'axe très sensible ne rende nécessaire une assez grande hauteur de jupe au-dessous de l'axe pour des raisons de guidage (voir fig. 24). A titre d'indication, signalons que pour un piston de 100 mm. de diamètre et une différence de hauteur d'axe de 5 mm., la différence de poids est de 100 gr. Cette augmentation influe moins sur l'équilibre dynamique de l'équipage mobile que ne le feraient les autres moyens d'élévation du point mort du piston et que nous étudierons plus loin.

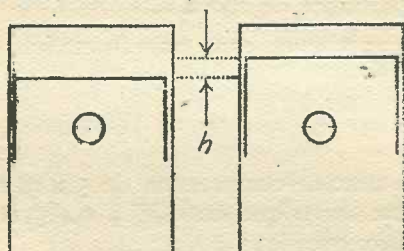


FIG. 24. — Diminution du volume v par augmentation de la hauteur d'axe

L'augmentation de la hauteur d'axe est indiquée dans tous les cas où la distance entre le point mort haut du piston d'une part et le point le plus bas de la culasse d'autre part est plus grande que la hauteur d'axe supplémentaire, quelle que soit la forme de la culasse et la disposition des soupapes. Pour déterminer la quantité dont il faut augmenter la hauteur d'axe, il n'est pas nécessaire de connaître le volume de la chambre de compression, ni même la cylindrée; il suffit de connaître le taux de compression primitif et de savoir le taux qu'on veut atteindre pour la marche au gaz. Cette quantité est égale à la différence entre le quotient de la course divisé par l'ancien taux moins un et le quotient de cette même course divisé par le nouveau taux moins un. Ce que nous écrivons

$$h = \frac{C}{\rho - 1} - \frac{C}{\rho_1 - 1}$$

h étant la quantité cherchée,

C la course en mm.,

ρ le taux primitif (essence),

ρ_1 le taux adopté (gaz).

Par exemple pour passer, avec un moteur de 100 mm. de course et quel que soit son alésage, de 6 à 8, il faut augmenter la hauteur d'axe du piston de

$$h = \frac{100}{6 - 1} - \frac{100}{8 - 1} = 20 - 14,3 = 5,7 \text{ mm.}$$

On obtient le même résultat avec la formule

$$h = \frac{C \times (\rho_1 - \rho)}{(\rho_1 - 1) \times (\rho - 1)} = \frac{100 \times 2}{7 \times 5} = 5,7.$$

C'est une erreur de croire, en même temps qu'une faute de dire aux mécaniciens, qu'avec un piston à fond plat (ou à fond bombé dont on peut conserver la forme) on augmente le taux de compression d'une unité en élevant la hauteur d'axe d'un centimètre. Nous venons de voir qu'en élevant cette hauteur de 5,7 mm. dans un moteur de 100 mm. de course, nous portons le taux de compression de 6 à 8.

Supposons que dans ce moteur le taux d'origine soit de 7 et que nous désirions le porter à 8. Nous aurons, d'après la formule

$$\frac{100 \times (8 - 7)}{7 \times 6} = 2,4 \text{ mm.}$$

Portons le taux de 7 à 9. Le calcul nous donnera

$$\frac{100 \times (9 - 7)}{8 \times 6} = 4,2 \text{ mm.}$$

Prenons maintenant 8 comme taux d'origine pour atteindre 9. Il faudra augmenter de

$$\frac{100 \times (9 - 8)}{8 \times 7} = 1,8 \text{ mm.}$$

On remarquera que la quantité h dont il faut augmenter la hauteur d'axe du piston, sera d'autant plus faible, par unité d'augmentation du taux, que le taux d'origine lui-même était plus élevé.

D'autre part, elle est proportionnelle à la course. Ainsi, avec un moteur de 100, il faut 4,2 mm. pour passer de 7 à 9, et

TABLEAU INDIQUANT L'ELEVATION DU POINT MORT DU PISTON EN FONCTION DU TAUX DE COMPRESSION

| TAUX DE COMPRESSION D'ORIGINE | NOUVEAU TAUX DE COMPRESSION | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 7,5 | 8 | 8,5 | 9 | 9,5 | 10 |
| 5 | 9,60 | 10,70 | 11,70 | 12,50 | 13,20 | 13,90 |
| 5,5 | 6,85 | 7,94 | 8,90 | 9,75 | 10,45 | 11,10 |
| 6 | 4,62 | 5,72 | 6,75 | 7,50 | 8,24 | 8,90 |
| 6,5 | 2,80 | 3,90 | 4,85 | 5,67 | 6,40 | 7,06 |
| 7 | 1,28 | 2,38 | 3,34 | 4,16 | 4,90 | 5,55 |
| 7,5 | — | 1,10 | 2,11 | 2,88 | 3,62 | 4,28 |
| 8 | — | — | 0,96 | 1,78 | 2,52 | 3,17 |

Ce tableau donne les augmentations pour une course de 100 mm. Pour les moteurs de course différente, multiplier par cette course et diviser par 100.

Exemple : De combien faut-il augmenter la hauteur d'axe d'un piston dont le moteur a une course de 150 mm. et un taux de compression de 7, ce taux devant être porté à 9 ?

Pour une course de 100, le tableau nous donne 4,16. Pour la course de 150, nous aurons donc :

$$\frac{4,16 \times 150}{100} = 6,24 \text{ m/mm.}$$

6,3 mm. avec un moteur de 150 mm. de course. Le tableau ci-contre donne les valeurs h pour moteurs de 100 mm. de course et augmentation de taux de 5 à 9.

Il y a d'autres moyens permettant d'élever le point mort haut du piston et qu'on peut employer lorsqu'on se trouve dans l'impossibilité de se procurer des pistons à hauteur d'axe plus grande.

L'un consiste à fixer sur la tête du piston une plaque d'épaisseur convenable; dans l'autre, on élève la bielle par rapport au vilebrequin, en augmentant l'épaisseur du coussinet; dans le troisième, on remplace la bielle par une autre plus longue.

Le montage d'une plaque d'épaisseur sur le piston n'est pas à recommander. Indépendamment de l'augmentation de poids appréciable qu'il entraîne, et qui peut se traduire par un accroissement considérable des forces d'inertie, on compromet le bon refroidissement par suite de la discontinuité entre la plaque et le piston, discontinuité qui nuit à la bonne évacuation de la chaleur. On peut évidemment assurer une fixation assurant un contact parfait, mais à quel prix ! Ce moyen ne semble devoir être envisagé, à notre avis, que pour des pistons de très gros alésage.

Un autre moyen consiste à augmenter l'épaisseur du coussinet supérieur de la tête de bielle. Mais il ne saurait être employé que là où il suffit de quelques millimètres seulement pour augmenter le taux de compression; en effet, la surépaisseur du coussinet ne devra en aucun cas dépasser 3 à 4 mm. L'emploi de coussinets plus épais se traduit fatalement par une augmentation correspondante de la force centrifuge qui s'exerce à la tête de bielle, c'est-à-dire au maneton du vilebrequin, ce qui entraîne inévitablement le déséquilibre des masses en mouvement et une fatigue supplémentaire des paliers de vilebrequin. Au surplus, la transformation n'est pas toujours facile à réaliser. S'il s'agit de bielles directement régulées sur acier, il faut d'abord rapporter par soudure ou soudo-brasure des cales d'épaisseur convenable avant de procéder au réglage. L'antifriction s'y trouvera en quantité exagérée, non seulement au point de vue du poids, mais aussi au point de vue de la résistance du régule. On n'ignore pas qu'à la suite des expériences faites, et même de l'expérience tout court, on diminue jusqu'au minimum d'épaisseur du régule dont le tassement est proportionnel à l'épaisseur. Et qui dit tassement, dit augmentation de jeu.

Si au contraire la bielle comporte un coussinet de tête, il faudra donner à la coquille une forme en croissant de lune. Aussi, n'hésitons-nous pas à déconseiller vivement cette solution.

Par contre, l'emploi de bielles plus longues peut donner des résultats intéressants. Certaines maisons fournissent même, pour la transformation de leurs moteurs, soit des pistons plus hauts, soit des bielles plus longues. Nous tenons toutefois à souligner que la longueur de la bielle est calculée en fonction des autres cotes du moteur. Si donc, parmi les différents moyens permettant de faire entrer le piston plus loin dans le cylindre, nous préférons l'emploi de pistons à hauteur d'axe plus grande, c'est parce que cette modification entraîne l'augmentation de poids la plus faible.

Lorsqu'on opère sur un moteur à soupapes en tête, il faut évidemment prendre garde que le piston ne vienne pas buter contre les soupapes. Si cela se produisait, on pourrait adopter une solution très fréquente sur les moteurs à huile lourde où la tête de piston comporte des fraisages à l'endroit des soupapes, permettant à celles-ci de s'ouvrir librement.

Un autre point auquel il faut faire attention est l'emplacement du premier segment. D'une manière générale, le piston vient se placer, au point mort haut, à hauteur du plan de joint. Avec une hauteur d'axe plus grande, la tête de piston sort du cylindre; il faut donc ne pas placer trop haut le segment supérieur, pour qu'il ne sorte pas du cylindre. Il restera à quelques millimètres du bord du cylindre.

Pour déterminer avec précision la distance minimum entre le piston et la soupape, on peut se servir d'une matière plastique, terre glaise, ou mastic, par exemple. Après avoir démonté la culasse, on amène le piston au P M H (le piston normal, bien entendu), on fait avec la matière plastique un disque d'un diamètre un peu plus petit que l'alésage du piston et qu'on pose sur le piston. On remet la culasse en place avec le joint, en la maintenant avec deux écrous qu'il n'est évidemment pas nécessaire de bloquer. On tourne l'arbre à cames pour faire ouvrir les deux soupapes en question. On enlève ensuite à nouveau la culasse et on mesure, grâce aux empreintes produites par les soupapes, la distance minimum entre le piston d'une part et la culasse et les soupapes d'autre part.

Dans les moteurs avec culasse genre Ricardo, on ne peut pas monter des pistons dépassant le bord supérieur du cylindre, parce qu'ils buteraient contre la culasse. En ce cas, diminuer

le volume de la chambre par un des moyens que nous examinerons plus bas.

L'emploi de pistons à hauteur d'axe plus grande ou munis d'un bossage de forme appropriée ne va toujours, non plus, sans quelques inconvénients, dont le moindre n'est pas l'augmentation de poids, qui peut être dangereuse, bien plus que l'accroissement du taux de compression. Cette augmentation de poids qui est parfois considérable, se traduit toujours par un accroissement des forces d'inertie, d'où fatigue supplémentaire de l'embellage et des paliers. Aussi, le fait que certains moteurs n'ont plus la même résistance avec la marche au gaz pauvre qu'avec l'alimentation en essence, doit-il être attribué au déséquilibre des masses mobiles par suite de l'emploi de pistons plus lourds, plutôt qu'à la simple augmentation du taux de compression.

Le poids supplémentaire du piston spécial pour gazogène peut être déterminé facilement: Prenons deux pistons de 100 mm. d'alésage, l'un à fond plat, pour un taux de compression de 5 correspondant à un volume v de 265 cmc, l'autre muni d'un bossage ou d'une barrette, pour un taux de 8, correspondant à un volume v de 150 cmc.

On voit que la différence de poids est de l'ordre de 250 gr. (densité de l'alliage voisine de 2), chiffre considérable pour un moteur tournant à 2.500 tours.

B) Diminution du volume de la chambre dans la culasse.

— Ce moyen peut être employé notamment pour les moteurs à soupapes latérales, dont on peut sans trop de difficultés garnir la culasse d'une plaquette de dimension et de forme appropriées. Il est indispensable que cette plaquette ait une surface aussi grande que possible et qu'elle s'applique parfaitement en tous points contre la paroi de la culasse.

On peut ajuster les plaquettes à la lime ou les faire couler, après avoir pris un moule dont on peut d'ailleurs facilement déterminer le volume.

Il faut qu'elles soient larges et minces, et non pas petites et épaisses, ceci pour des raisons de refroidissement. Pour obtenir une parfaite portée, on ajustera, avec vérification à la sanguine, le fond de la culasse devant être bien poli. Les plaquettes peuvent être fixées par des vis.

Ce procédé, qui semble assez laborieux, présente un avan-

tage: c'est de ne rien changer à l'équipage mobile. En outre, il permet de modifier le taux de compression dans une assez large proportion, ainsi que nous le verrons plus loin.

Si la culasse comporte des bouchons de soupapes, comme c'est parfois le cas avec les moteurs à soupapes latérales, on peut remplacer ces bouchons par d'autres, pénétrant dans la chambre de compression. Ne pas les faire trop longs, pour que les soupapes ne viennent pas buter.

Il peut être nécessaire d'employer plusieurs des moyens que nous venons d'examiner, pour arriver à un résultat.

C) Rabotage de la culasse. — Dans de très nombreux cas, on se contente de cette modification, peu coûteuse et facile à réaliser. Mais le résultat obtenu est peu appréciable, sauf dans de rares exceptions. Il faut garder une épaisseur de métal suffisante pour ne pas compromettre la résistance. En aucun cas, on ne saurait, sans inconvénients, dépasser 3 mm. pour les gros moteurs.

D) Rabotage du plan de joint du cylindre. — Ce que nous venons de dire à propos de la culasse s'applique également au cylindre. On peut cependant, en rabotant les deux plans de joints, arriver à un résultat intéressant, en tenant compte, toutefois, de la commande des soupapes. Si l'on diminue exagérément la distance entre l'arbre à cames d'une part et la rampe des culbuteurs d'autre part, dans le cas d'un moteur à soupapes en tête, ou les sièges de soupapes, dans le cas d'un moteur à soupape latérales, il faut changer les tiges de culbuteurs ou les soupapes, la course des vis de réglage n'étant pas suffisante pour rattraper une diminution de hauteur de plusieurs millimètres. En conservant les anciennes pièces, on risque de voir la distribution devenir bruyante, se dérégler rapidement et s'user prématurément. Nous attirons l'attention des mécaniciens sur ce point, parce que beaucoup d'entre eux négligent d'en tenir compte.

E) Augmentation de la cylindrée. — C'est le moyen employé par les constructeurs, qui montent sur les châssis à gazogènes des moteurs plus gros que sur les châssis correspondants à essence.

Quand il s'agit de la transformation d'un véhicule en service, on peut trouver soit chez le constructeur, soit chez un fabricant spécialisé, des groupes spéciaux d'un alésage supérieur

à celui du moteur à essence. Nous donnons ci-après quelques exemples de remplacement de groupes.

| | | | | |
|------------|---------|-----|------------|------------------------------------|
| A. S. : | alésage | 125 | au lieu de | 114; |
| Berliet : | — | 120 | — | 110; |
| Citroën : | — | 85 | — | 75, pour les groupes non chemisés; |
| — | — | 100 | — | 94, pour des groupes chemisés; |
| Delahaye : | — | 110 | — | 100; |
| Latil : | — | 100 | — | 85 ou 90; |
| — | — | 110 | — | 105; |
| Liberty : | — | 135 | — | 120,65 ou 127; |
| Lycoming : | — | 105 | — | 98,42; |
| Packard : | — | 125 | — | 114,3; |
| Renault : | — | 105 | — | 100; |
| Rochet : | — | 110 | — | 105; |
| Saurer : | — | 120 | — | 110. |

En ce qui concerne les moteurs chemisés, on peut souvent monter des chemises d'un alésage plus grand. C'est le cas notamment pour les camions Citroën type 32 et 45, dont les moteurs ont à l'origine des chemises de 94 qu'on remplace par d'autres de 100. Précisons qu'il s'agit là de chemises neuves et non pas de chemises réalésées. En matière de réalésage, qu'il s'agisse de chemises ou de cylindres, il importe de bien faire attention, surtout quand les surfaces sont traitées. La couche traitée a une très faible profondeur. Or une augmentation d'alésage de 2 mm. ne présente aucun intérêt et si l'on enlève une couche de plus de 1 mm., on arrive à un métal mou, qui n'offre plus une résistance suffisante à l'usure et qui comporte souvent des soufflures ou des pailles.

Il est également possible, quelquefois, de substituer à un montage à chemises sèches des chemises noyées d'un diamètre supérieur. Mais attention à ce que toutes les cotes correspondent. Si à la place d'un groupe de 120 d'alésage avec chemises sèches vous montez un groupe de 130 avec chemises noyées, vérifiez bien la hauteur au plan de joint, qui doit être la même dans les deux cas; faute de quoi, vous risquez d'avoir en fin de compte un taux de compression de 6,5 au lieu du taux de 8,5 escompté, ce qui se traduit naturellement par des frais de main-d'œuvre supplémentaires que le client ne voudra pas toujours supporter.

F) **L'emploi d'un compresseur.** — On sait les résultats

obtenus en matière de suralimentation avec les moteurs à essence. Le compresseur sert essentiellement à augmenter la quantité de gaz introduite dans le cylindre. Malgré les avantages indiscutables de la suralimentation, le système n'a pas encore pu s'implanter définitivement sur les moteurs à essence. A première vue, son emploi paraît tout indiqué sur les véhicules à gazogène pour compenser la perte de puissance due au pouvoir calorifique moindre du gaz. Nous avons vu qu'au point de vue richesse du mélange, le gaz et l'essence sont dans le rapport de 58/85. Il suffira donc, théoriquement, pour obtenir avec le gaz pauvre la même puissance qu'avec l'essence, de forcer dans le cylindre une quantité de mélange air-gaz égale à 1,47 fois la cylindrée. Autrement dit, il faut augmenter la charge dans la proportion d'environ 50 %. Bien entendu, cette proportion est sensiblement réduite quand par les différentes transformations telles que l'augmentation du taux de compression on a déjà atténué la perte de puissance. Quand celle-ci n'est plus que de l'ordre de 15 %, la surcharge devra être de 17 % environ; autrement dit, à puissance égale, il faudra fournir au moteur un volume égal à 1,17 de la cylindrée. On obtiendrait le même résultat avec un moteur dont la cylindrée serait augmentée de 17 %.

Mais le compresseur, pour introduire cette charge supplémentaire, absorbe de la puissance, de sorte que la surcharge réelle à prévoir est supérieure au chiffre théorique que nous venons d'indiquer. On emploie, pour les moteurs à gaz pauvre, des compresseurs montés en bout du vilebrequin et tournant à un régime relativement faible; mais ils doivent être de dimensions largement calculées pour assurer un débit suffisant. Au surplus, leur graissage est assez difficile à réaliser.

Des essais intéressants ont été faits avec des appareils à grande vitesse de rotation, du type turbine.

En résumé, le problème du compresseur pour moteur à gaz pauvre se pose de la manière suivante :

Ou bien on n'apporte aucune transformation au moteur; en ce cas il faut, pour éviter toute perte de puissance, suralimenter dans la proportion de 45 à 50 %, ce qui exige des appareils volumineux, donc encombrants et coûteux;

Ou bien on transforme le moteur dans la limite du possible et le compresseur ne sert qu'à récupérer une partie de la perte de puissance.

Avec le compresseur, on élimine les difficultés de démarrage dues au taux de compression élevé, puisqu'à la vitesse à laquelle

on fait tourner le moteur pour le lancer, le débit du compresseur est encore faible et la charge des cylindres n'est pas augmentée. Mais en pleine marche, on se heurte aux mêmes difficultés qu'avec un taux de compression trop élevé. En effet, l'introduction dans le cylindre d'une quantité de mélange plus grande équivaut à une augmentation du taux de compression et comme celui-ci se trouve déjà être plus élevé par la transformation du moteur, on risque d'atteindre la limite de fonctionnement des bougies.

En tout état de cause, l'utilisation du compresseur mérite d'être suivie avec intérêt; peut-être s'orientera-t-on un jour, ne serait-ce que pour des raisons de diminution de consommation, vers un appareil ne fonctionnant que par intermittence, par exemple en côte ou en pleine charge. On pourrait reprendre une idée réalisée il y a un certain nombre d'années par Mercedes, avec une voiture à compresseur à embrayage.

Il va de soi que l'avance à l'allumage aussi sera un peu plus grande que sans compresseur.

G) **L'addition d'essence** est un autre moyen d'éviter la perte de puissance. De quel ordre de grandeur sera-t-elle? On sait que la loi n'autorise qu'un réservoir de secours ou nourrice d'une contenance de 5 litres pour véhicules jusqu'à 5 tonnes et de 10 litres pour les véhicules de plus de 5 tonnes. On peut, avec une approximation suffisante, déterminer la consommation théorique. Prenons un moteur qui après transformation accuse encore une perte de puissance de 20 %, avec une puissance réelle de 80 CV au gaz et de 100 CV à l'essence. Il faut donc lui fournir une quantité d'essence suffisante pour développer les 20 CV qui manquent. En supposant que ce moteur ait un rendement de 25 %, c'est l'équivalent de 8 CV qu'il faut lui fournir. Or

$$80 \text{ CV} = 75 \times 80 = 6.000 \text{ kgm. sec. ;}$$

$$6.000 \text{ kgm. sec.} = 6.000 : 425 = 14 \text{ calories ;}$$

En une heure, il faut 14×3.600 calories ;

Un litre d'essence donnant 7.600 calories, il faut

$$\frac{14 \times 3.600}{7.600} = 6,5 \text{ litres.}$$

Nous donnons ce chiffre qu'à titre purement indicatif, car en pratique, quand on marche avec addition d'essence, on s'en écarte assez sensiblement. Voici pourquoi : L'admission de gaz

diminue à mesure qu'augmente l'admission du mélange air-essence, de sorte que lorsqu'on ouvre la vanne d'essence, la puissance fournie par le gaz baisse également et c'est, dans l'exemple que nous venons de choisir, non pas 20 CV qu'il faut récupérer, mais un nombre sensiblement supérieur. Aussi faut-il mettre les conducteurs en garde contre les inconvénients de trop ouvrir l'arrivée d'essence. Le robinet trois-voies du mélangeur ou la vanne d'isolement du carburateur ne sont pas toujours d'une étanchéité absolue et si l'on oublie de fermer le robinet de la nourrice d'essence, on a parfois la désagréable surprise de la trouver vide. On comprend alors pourquoi le moteur tirait si bien au gaz.

Faut-il conclure, de ce qui précède, que l'addition d'essence est à proscrire d'une manière absolue ? Non, et l'on peut obtenir, avec une consommation très faible, de l'ordre de 2 litres, souvent moins, un très bon rendement, surtout si l'on ne veut recourir à cet enrichissement qu'en côte ou en pleine charge.

La pipe d'admission. — La transformation d'un moteur pour l'alimentation en gaz pauvre doit comporter le plus souvent le montage d'une nouvelle pipe d'admission. Nous avons déjà dit que les gaz doivent arriver au moteur à la plus basse température possible pour en augmenter le volume du mélange introduit dans le cylindre. C'est exactement le contraire de ce qu'on fait en cas d'alimentation en essence, où l'on réchauffe le mélange pour éviter la condensation. A cette fin, la pipe d'admission est directement en contact avec le collecteur d'échappement. Ce contact est à supprimer et les deux tubulures sont à isoler le plus possible. On a recours soit à un écran en tôle garni d'amiante et placé entre les deux, soit à une enveloppe d'amiante entourant l'une des deux tubulures. Si la pipe d'admission existante ne peut pas être séparée du collecteur d'échappement, il faut la remplacer par une autre pipe de forme différente. Il en existe pour certains types de moteurs, mais dans de nombreux cas, le mécanicien est obligé de fabriquer une pipe spéciale. La forme de celle-ci doit être judicieusement étudiée si l'on veut :

a) Obtenir un bon écoulement des gaz ;

b) Eviter les coups de bélier pouvant entraîner le calage du moteur quand on lâche l'accélérateur pour changer de vitesse ou pour freiner.

Comment se produit ce coup de bélier ? Quand le moteur tourne à plein régime, les gaz s'écoulent à une vitesse déter-

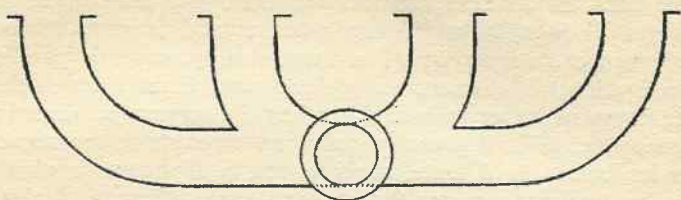


FIG. 25. — Pipe d'admission à coudes arrondis.

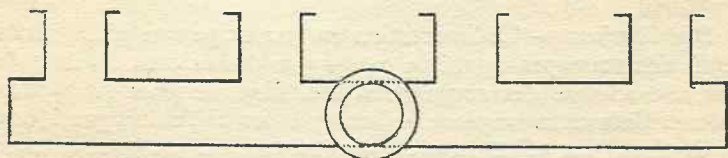


FIG. 26. — Pipe d'admission à angles droits.

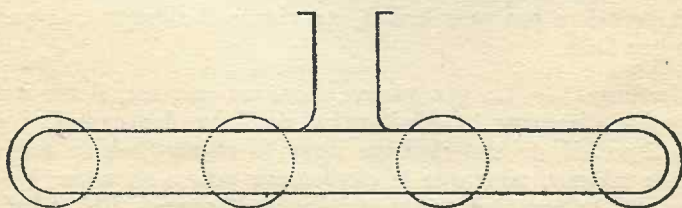


FIG. 27. — Pipe d'admission vue de face.

minée dans les canalisations. Ils ont donc une certaine inertie en vertu de laquelle la colonne gazeuse tend à continuer son écoulement et au moment où l'on ferme brusquement le papillon d'accélération, ils viennent en quelque sorte buter contre celui-ci, se compriment et puis se détendent à nouveau en direction du gazogène. A la dépression qui à un moment donné régnait dans les boîtes de détente, succède une pression et le phénomène se traduit non seulement par le refoulement des gaz enflammés s'échappant dans l'atmosphère par le clapet d'entrée de l'air primaire, mais aussi par un bruit de tambour très caractéristique dû aux déformations successives de la boîte de détente ou du dépoussiéreur. La colonne gazeuse refoulant ainsi en arrière, le moteur cesse d'être alimenté et cale.

Les tubulures qui semblent convenir le mieux sont celles à coudes arrondis (fig. 25). La forme représentée par la figure 26 donne de moins bons résultats. D'autre part, il y a intérêt à ce que la bride de fixation du mélangeur ne soit pas trop rapprochée de la partie horizontale de la pipe (fig. 27).

Distribution. — L'alimentation en gaz exige une plus grande levée des soupapes en même temps que des orifices d'entrée de gaz, c'est-à-dire des soupapes d'admission de plus grand diamètre. Mais cette exigence se heurte à des difficultés pratiques. Il faudrait, en effet, monter une culasse ou un groupe avec des sièges de soupapes plus larges, ainsi qu'un arbre à cames d'un profil différent. Quelque souhaitable que soit la modification, on doit se contenter de la distribution existante. Tout au plus pourrait-on, à la rigueur, augmenter la durée d'ouverture en diminuant le jeu aux poussoirs ou aux culbuteurs, mais il faut veiller :

1° A ce que ce jeu reste suffisant pour que la soupape puisse fermer ;

2° A ce que les temps d'échappement et d'admission ne chevauchent pas trop, pour éviter que les gaz à évacuer, qui ne sont peut-être pas tous brûlés, ne viennent allumer une partie des gaz frais.

Gravissage. — Le gaz pauvre étant un gaz sec, il est indispensable d'assurer la lubrification du haut des cylindres par un dispositif de superhuilage dont le viseur doit se trouver sur le tableau, pour que le conducteur puisse s'assurer à tout moment du fonctionnement correct de l'appareil. Ce superhuilage est d'autant plus nécessaire que les moteurs transformés

sont équipés généralement de pistons et segments neufs, sinon de cylindres neufs ou réalésés. Cylindres et pistons sont donc à lubrifier abondamment avec une huile très fluide ne laissant aucun dépôt carbonneux. Par ailleurs, il ne faut pas oublier qu'avec un véhicule transformé on utilise plus souvent les vitesses inférieures, de sorte que le moteur travaille davantage et que les risques de grippage sont plus grands s'il n'y a pas de superhuileur.

Quant au graissage des autres organes du moteur et notamment de l'équipage mobile, il convient de noter que le moteur à gaz pauvre exige une huile plus fluide que le moteur à essence, surtout en hiver où une huile trop épaisse jointe à la compression plus forte, peut rendre les départs très difficiles, voire même impossibles, tout en imposant aux batteries et au démarreur un travail exagéré.

S'il y a encrassement, il ne peut être dû qu'à mauvais filtrage du gaz, car celui-ci, s'il est pur, brûle sans laisser de résidus.

Rappelons que la combustion d'un mélange air-essence s'accompagne d'une dissociation des hydrocarbures qui libère du carbone difficile à brûler. Aussi, ce carbone ne brûle-t-il que partiellement et il reste toujours des dépôts encrassant piston, soupapes, culasse et bougies et pouvant même donner lieu à des allumages prématurés. Le gaz de gazogène, au contraire, ne renferme pratiquement pas d'hydrocarbures ni de constituants goudronneux, surtout s'il s'agit d'un gaz obtenu avec du charbon de bois ou avec des agglomérés de bonne qualité.

VI. -- Quelques transformations

Transformation d'un Berliet V D C

La chambre d'explosion, entièrement logée dans la culasse, est rétrécie par rapport au cylindre, comme le montre la figure 20. Prenons, par exemple, le moteur MKO₂ qui équipe certaines séries de ce châssis et dont les caractéristiques sont les suivantes :

Alésage et course : 100 × 135 mm.;

Cylindrée : $V = 1.060$ cmc.;

Volume de la chambre d'explosion : $v = 260$;

Taux de compression : $\rho = \frac{1.060 + 260}{260} = 5,08.$

Etant donné le faible taux de compression, on peut considérablement diminuer la perte de puissance en portant le taux à 8,3. Ce taux correspond à un volume de chambre d'explosion

$$v = \frac{V}{\rho - 1} = \frac{1.060}{7.3} = 146 \text{ cmc.}$$

Il faut, à cet effet, munir le piston d'une bosse ou d'une barrette ayant un volume de

$$260 - 146 = 114 \text{ cmc.}$$

Une barrette parallèle à l'axe de piston, de 55 mm. de largeur, 22 mm. de hauteur et 96 mm. dans sa plus grande longueur, donne approximativement ce volume. On remarquera que la masse de métal n'est pas également répartie de part et d'autre de l'axe médian du piston; nous avons 31 mm. du côté de la bougie et 24 mm. du côté opposé. Une autre solution consiste à surélever toute la partie libre de la tête du piston. La bosse sera plus large, mais moins haute. Cette deuxième solution qui a l'inconvénient d'accentuer le déséquilibre du piston, a par

contre l'avantage d'une réalisation plus facile, du fait qu'on peut sortir ce piston d'une coquille existante, alors que dans le premier cas il faut une coquille spéciale.

Sur ce moteur, comme sur la plupart des moteurs modernes, la pipe d'admission est réchauffée par le collecteur d'échappement. Or pour la marche au gaz, il faut au contraire une pipe d'admission aussi froide que possible afin d'éviter une trop grande dilatation du gaz déjà assez pauvre en calories. On rabotera donc les deux tubulures à l'endroit de leur jonction, de façon à obtenir un espace libre de 4 à 5 mm. pour obturer le collecteur d'échappement et une plaque d'amiante de 2 mm. formant isolant. On pourra conserver le joint métalloplastique et percer quelques trous qui permettront une circulation d'air frais autour de la pipe d'admission.

Transformation des Citroën P 45 et P 32

Ce véhicule est, parmi les nombreux types dont nous avons eu à nous occuper, un de ceux qui se prêtent le mieux à l'adaptation d'un gazogène.

Les cotes d'origine sont les suivantes :

Alésage et course : 94×110 ;

Cylindrée : $V = \frac{3,14 \times 94^2 \times 110}{4} = 763 \text{ cmc.}$

Volume de la chambre de compression : $v = 147 \text{ cmc.}$

Taux de compression : $\rho = \frac{763 + 147}{147} = 6,2.$

Le piston, au P M H, vient au niveau du plan de joint. D'autre part, les contours de la chambre d'explosion ne coïncident pas avec le cylindre ; elle présente d'un côté une saillie au-dessus du cylindre (voir fig. 29). On ne peut donc pas songer à augmenter la hauteur d'axe du piston.

Mais on peut augmenter l'alésage en remplaçant les chemises de 94 mm. par d'autres de 100 mm. ; nous obtenons ainsi une cylindrée de

$$V = \frac{3,14 \times 100^2 \times 110}{4} = 863,5 \text{ cmc.}$$

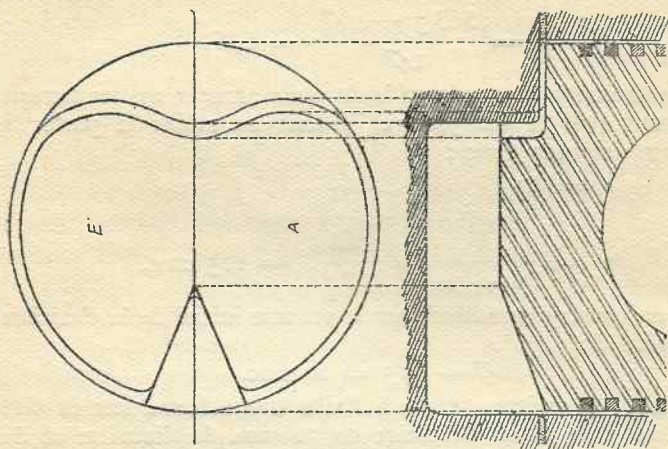


FIG. 30. — Culasse et piston
gazo pour Renault AGK

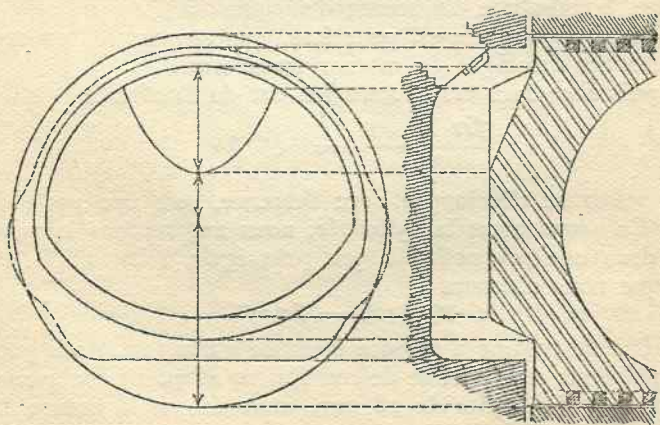


FIG. 29. — Culasse et piston gazo
pour Citroën H 32 et 45

Avec l'ancienne chambre d'explosion de volume $v = 147$, nous obtenons un taux de compression de

$$\rho = \frac{863,5 + 147}{147} = 6,87.$$

Mais ce taux est encore insuffisant pour assurer un rendement intéressant avec le gaz pauvre. Il faut au moins le porter à 8,5. Nous écrirons donc :

$$\rho = 8,5$$

et

$$v = \frac{V}{\rho - 1} = \frac{863,5}{7,5} = 115 \text{ cmc.}$$

Il faut en conséquence diminuer le volume initial de la chambre d'explosion de

$$147 - 115 = 32 \text{ cmc.}$$

Ce résultat peut être obtenu à l'aide d'une bosse sur la tête du piston. Une bosse circulaire de 50 mm. de diamètre et de 16 mm. de hauteur représente un volume de 31,4 cmc. On peut également employer des pistons avec bosse latérale couvrant la partie de la tête du piston se trouvant sous la chambre d'explosion (fig. 29). Les deux types existent dans le commerce, mais les bosses ont une hauteur un peu moins élevée que celle que nous avons déterminée par le calcul. Aussi, le taux adopté dans la pratique est-il un peu inférieur au chiffre de 8,5 pourtant souhaitable.

Toutefois, il est bon de rappeler que par l'augmentation de l'alésage, la cylindrée est accrue d'environ 13 %.

Voyons maintenant quel peut être, par rapport à l'essence, le rendement théorique du moteur transformé.

La puissance sans transformation est de l'ordre de

$$\frac{560 \times 100}{850} = 66 \%$$

de la puissance développée avec l'essence, soit une perte de 34 %. En augmentant la cylindrée, nous augmentons la puissance dans une proportion à peu près égale, soit 12,8 %, de sorte que nous obtenons

$$66 \times 1,128 = 75,5 \%$$

Le régime du moteur à essence étant de 2.800 t.m., nous pouvons maintenir cette vitesse de rotation en adoptant une avance à l'allumage de l'ordre de 18 mm. mesurés sur la course du piston.

Grâce au taux de compression plus élevé, le rendement thermique est porté de 0,423 pour un taux de 6,2 à 0,465 pour un taux de 8. Nous obtiendrons donc en fin de compte une puissance théorique égale à

$$\frac{75,5 \times 465}{423} = 83 \%$$

de la puissance du moteur à essence de 94 mm. d'alésage. Ce chiffre correspond à la puissance obtenue en pratique avec la transformation que nous venons d'indiquer.

En résumé, l'adaptation d'un P45 comporte :

- 1) remplacement des chemises existantes par d'autres, de 100 mm. d'alésage ;
- 2) montage de piston spéciaux dont la bosse pénètre dans la chambre de compression ;
- 3) montage d'une pipe d'admission spéciale à grande section ;
- 4) Augmentation de l'avance à l'allumage.

Transformation d'un Rochet-Schneider 420

Il s'agit d'un moteur quatre cylindres à soupapes en tête dont les caractéristiques pour la marche à l'essence sont les suivantes :

Alésage et course : 105 × 140 mm.

Cylindrée : $V = 1.210$ cmc.

Volume de la chambre de compression : $v = 300$ cmc.

Taux de compression : $P = \frac{1.210 + 300}{300} = 5.$

Puissance : 70 CV. à 2.000 t.m.

Le P.M.H. du piston se trouve à environ 16 mm. du plan de joint, de sorte qu'une partie importante de la chambre d'explosion, exactement 138 cmc., se trouve dans le cylindre. La culasse même a, en coupe transversale, la forme d'un tronc de cône. Le contour de la culasse, au plan de joint, coïncide exactement avec la paroi du cylindre.

On peut donc, par simple élévation du P.M.H. du piston, c'est-à-dire par augmentation de la hauteur d'axe, accroître le taux de compression.

Le taux initial étant de 5, et la distance entre le P.M.H. et le plan de joint de 16 mm., on peut, en amenant le P.M.H. jusqu'au plan de joint, obtenir un taux de compression de 7.

En effet, la formule

$$h = \frac{C}{\rho - 1} - \frac{C}{\rho' - 1} \quad (\text{voir page 68})$$

nous donne

$$\rho_1 = \frac{C(-1)}{C - h(\rho - 1)} + 1$$

soit $\frac{140 \times (5-1)}{140 - 16(5-1)} + 1 = 8,4$

Ce taux peut être augmenté en faisant monter le piston au-dessus du plan de joint.

Pour obtenir un taux de 9, il faut élever le PMH du piston de :

$$h = \frac{140}{5-1} - \frac{140}{9-1} = \frac{140}{4} - \frac{140}{8} = 17,5 \text{ mm.}$$

ce qui fait pénétrer le piston de 0,5 dans la culasse, en tenant compte du joint.

Sur ce moteur, on change la pipe d'admission ainsi que le support de renvoi de régulateur.

Transformation de moteurs à huile lourde

D'une manière générale, la transformation d'un moteur à huile est une opération assez délicate, non pas tant au point de vue de la modification du taux de compression qu'il faut réduire, mais surtout au point de vue de la disposition des organes d'allumage, notamment des bougies, de l'allumeur qui doit remplacer la pompe d'injection, et de la pipe d'admission. La principale difficulté réside dans le montage de la bougie, qu'on place à la place de l'injecteur ou du réchauffeur. On voit immédiatement que la transformation des moteurs à réchauffeur est plus facile que celle des moteurs à injection directe. Le réchauffeur est placé extérieurement et débouche dans l'antichambre, tandis que l'injecteur des moteurs à injection directe est généralement noyé dans un puits dont on peut difficilement augmenter le diamètre. Il faut en effet aléser à un diamètre permettant l'engagement de la clé de bougie. Aussi est-on parfois obligé de percer la culasse à l'endroit du puits d'injecteur jusqu'à déboucher dans les chambres d'eau, et l'on monte un puits en cuivre qui est ensuite serti dans la culasse.

Nous donnerons plus loin, à titre indicatif, quelques exemples

de transformation de moteurs à huile, mais dans l'ensemble, nous déconseillons la modification de ces moteurs, sauf quand on peut se procurer les pièces de transformation et notamment la culasse, la pipe d'admission, le renvoi d'angle et l'allumeur. Ajoutons qu'il est indispensable de limiter la vitesse du moteur par un régulateur, le régime du moteur à huile lourde étant en moyenne inférieur à celui qui peut être atteint avec un moteur à gazogène et l'on risque, sans régulateur, des accidents graves du côté de l'embiellage.

Des essais ont été faits, paraît-il, en alimentant au gaz pauvre des moteurs à huile lourde non transformés. Le moteur, pendant la course d'admission, aspire un mélange gazeux au lieu de l'air pur comme pour la marche à huile lourde. En fin de course de compression, la pompe refoule dans le cylindre une petite quantité de gasoil qui s'enflamme au contact du gaz porté à température élevée par la forte compression, et le gasoil allume à son tour le mélange gazeux. Nous n'avons malheureusement aucune indication quant aux résultats obtenus par ce procédé, excepté sur la consommation en gasoil qui serait égale au tiers de la consommation normale.

VII. -- Montage de l'équipement

La première question que le mécanicien se pose quand il se trouve en présence d'un véhicule à équiper, est celle-ci :

Où vais-je placer les appareils ?

La réponse n'est pas toujours facile, chaque cas étant, comme nous avons eu l'occasion de le dire, un cas d'espèce.

On peut cependant, tout en tenant compte des particularités propres à chaque véhicule, établir certaines règles fondamentales qui, malheureusement, ne sont pas toujours observées. Le problème se complique du fait de certaines considérations d'esthétique, surtout quand il s'agit de voitures de tourisme ou de cars. Pour les camions, d'autres difficultés sont à vaincre. Ainsi, on s'efforcera à réduire autant que possible la perte de place dans les véhicules transportant des marchandises volumineuses. Sous ce rapport, les épurateurs horizontaux pouvant se placer le long du châssis, sous la caisse, présentent un avantage incontestable, non seulement à cause du gain de place, mais aussi parce qu'on n'a pas besoin de transformer la caisse du côté de l'épurateur.

Nous allons examiner les différents types de véhicules et les précautions à prendre en cas de transformation pour la marche au gaz pauvre.

I. Voitures de tourisme. — En premier lieu, on placera les appareils de telle sorte que le centre de gravité du véhicule soit déplacé le moins possible et que la répartition des masses ne subisse pas de modification sensible. Ce point est très important, notamment pour les voitures dont la tenue de route dépend en grande partie du « centrage », c'est-à-dire de la répartition du poids.

Si l'on veut se contenter d'un rayon d'action relativement faible, moins de 100 km. par exemple, on peut disposer le

générateur et l'épurateur à l'arrière de la caisse, soit à la place d'une malle existante, soit en aménageant la partie arrière pour recevoir l'équipement. Cette installation est plus difficile et plus coûteuse à réaliser sur les voitures aérodynamiques que sur les véhicules moins récents qui, d'une façon générale, créent moins d'embarras à l'installateur. Sur les premières il faut procéder à des découpages de tôle, établir une séparation entre l'intérieur de la voiture et le gazogène ; en un mot, toute la partie arrière de la caisse est à modifier. Les secondes, au contraire, surtout si elles sont du type « berline » avec caisse s'arrêtant à peu près à l'endroit des roues arrière, permettent d'installer le gazogène en dehors de la caisse et sans qu'on soit obligé de rapporter des rallonges qui travailleraient en porte-à-faux. L'installation peut, en effet, reposer sur deux traverses, dont une tout à fait à l'extrémité arrière des longerons (fig. 32).

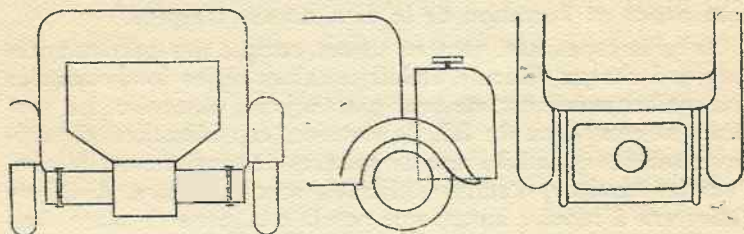


FIG. 32. — Montage à l'arrière sur voiture de tourisme

Le montage du gazogène rend inévitable le renforcement de la suspension, généralement par l'adjonction d'une lame sous-maitresse ou d'une contrelame. Le poids supplémentaire que représente le gazogène, influe d'autant plus sur la suspension et la tenue de route qu'il se trouve davantage en dehors du quadrilatère délimité par le point d'impact des roues avec le sol.

Une solution intermédiaire, au point de vue suspension, bien que moins satisfaisante, consiste à durcir les amortisseurs ou à monter des appareils renforcés. Nous préférons le renforcement des ressorts par l'adjonction d'une lame.

Au poids de l'appareil, il faut ajouter celui du combustible qu'on transporte généralement sur le toit, ce qui n'améliore pas la tenue de route.

Pour avoir un rayon d'action plus grand, on peut placer le générateur seul à l'arrière, avec une trémie spéciale, l'épurateur

étant disposé sur un marchepied ou dans une aile. Le refroidissement est réalisé dans les deux cas soit par un tube assez long garni d'ailettes, soit par une ou plusieurs boîtes à section ronde ou rectangulaire, provoquant des détentes successives du gaz. On risque peu, sur une voiture de tourisme d'avoir un gaz trop chaud, en raison du débit relativement faible et de la grande vitesse de déplacement.

On peut également placer le générateur d'un côté, dans l'aile, et l'épurateur symétriquement du côté opposé, le circuit de refroidissement étant réalisé par une canalisation pouvant passer à l'arrière du véhicule. Mais le rayon d'action est assez faible, la trémie étant forcément d'assez petites dimensions.

Certains véhicules, comme par exemple les 302 et 402 Peugeot, ne permettent pas le montage dans les ailes à cause de la forme spéciale de leur châssis. On est obligé, pour ces véhicules, de monter le générateur et l'épurateur dans la partie arrière de la caisse, sur un cadre qui peut être aménagé entre les deux longerons ; mais il faut veiller à ce que l'ensemble soit suffisamment refroidi.

De plus en plus, on semble préférer, pour la voiture de tourisme, l'adjonction d'une remorque, solution qui a des avantages indiscutables et des inconvénients non moins réels.

En premier lieu, l'emploi de la remorque laisse absolument intact le véhicule, ce qui n'est pas sans séduire de nombreux propriétaires, surtout quand la transformation du moteur se traduit par un simple changement de pistons, comme par exemple sur les Citroën traction avant. (Il n'en est pas de même pour les Peugeot et les Ford, par exemple, où il faut raboter les culasses ou monter des culasses spéciales.)

La remorque a, par contre, le gros inconvénient d'augmenter sensiblement la résistance à l'avancement et d'influencer défavorablement la tenue de route et les réactions de la direction. En outre, et nous avons pu en faire l'expérience à maintes reprises, beaucoup de remorques sont mal étudiées. C'est à croire que leurs créateurs n'ont jamais songé que ces véhicules — qu'ils soient à une ou deux roues — roulent tout de même à des vitesses de plus de 80 km.-heure et sur des routes dont la surface n'est pas celle d'un billard, qu'il faut par conséquent un système de suspension établi judicieusement pour mettre l'installation à l'abri des chocs violents qui peuvent provoquer des ruptures, qu'il faut, en outre, un diamètre de roue assez grand. Quoi de plus illogique que de voir derrière une voiture pesant 1.200 kilos montée sur quatre roues de 700 mm. de dia-

mètre (pneus compris), une remorque pesant 300 kilos montée sur une roue de 350 ou 400 mm. non suspendue. Que le pneu soit complètement râpé au bout de 500 km., cela n'a rien d'étonnant. De telles folies ne peuvent germer que dans le cerveau de bricoleurs qui ignorent tout de la mécanique automobile et des efforts formidables auxquels un véhicule est soumis à la vitesse de 80 km.-heure. Il est juste de remarquer qu'il est très dangereux de rouler avec une voiture munie d'une telle remorque à une vitesse supérieure à 50 km.-h. si la route est tant soit peu mauvaise. A notre avis, le diamètre de la roue doit être le même pour la remorque que pour la voiture même. En outre, la remorque doit être suspendue, cette suspension pouvant du reste être réalisée de façon fort simple, soit par deux ressorts à lames semi-elliptiques placés un de chaque côté de la roue, celle-ci étant montée sur broche, soit par une fourche articulée avec ressorts à boudin (système des motos), soit encore par une fourche solidaire de deux barres de torsion.

En ce qui concerne la liaison de la remorque et de la voiture, deux points sont à étudier :

a) La liaison des véhicules. Elle doit permettre des déplace-

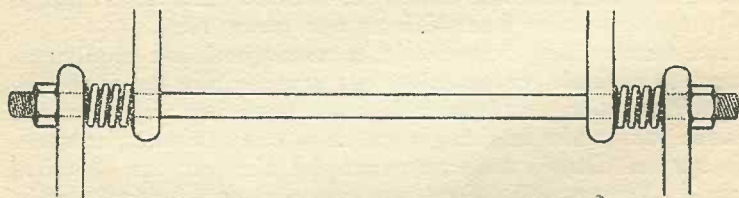


FIG. 33. — Articulation de la remorque

ments angulaires dans le sens vertical et des déplacements latéraux dans le sens horizontal. Le système qui consiste à articuler la remorque sur un axe avec des ressorts à boudin entre les pattes d'attache (voir fig. 33), nous semble le plus rationnel ;

b) Le raccordement des canalisations. Le raccord, constitué par un tube de caoutchouc souple ou un tube métallique flexible (à condition d'être bien étanche), doit se trouver aussi près que possible du centre d'articulation afin d'éviter toute traction exagérée. Il faut, d'autre part, qu'il ait une certaine longueur pour permettre des déplacements angulaires et latéraux d'une amplitude suffisante. Pour éviter l'aplatissement dû à la dépression à l'intérieur du système, on peut prévoir à l'intérieur du raccord, afin d'en assurer la rigidité, soit un ressort à boudin, soit des bouts de tubes obtenus par découpage. Ainsi, dans un raccord

reliant deux tubes distants de 15 cm., on peut placer trois anneaux de 2 cm. distants de 22 mm. environ. Le raccord ne s'aplatira pas et gardera néanmoins une souplesse suffisante. On aura soin d'adoucir les arêtes vives des anneaux pour empêcher qu'elles coupent le caoutchouc (fig. 34 et 35).

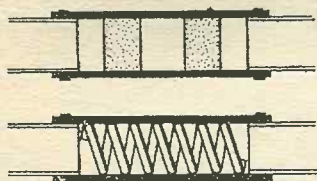


FIG. 34 et 35. — Raccord de canalisation.

En haut : bagues intérieures.

En bas : ressort intérieur.

II. Camionnettes. — Ici il n'est guère possible de placer l'équipement à l'arrière, à cause des portières. Il faut donc adopter une des trois solutions suivantes :

a) *Sur les ailes.* Ce que nous avons dit plus haut à propos des voitures de tourisme est également vrai pour les camionnettes. Sur certains types, le montage dans l'aile est impossible. Aussi, place-t-on souvent le générateur et l'épurateur

b) *à l'arrière de la cabine,* dans des enclavements pratiqués dans la caisse, ou encore

c) *entre la cabine et la caisse,* celle-ci étant reculée et montée partiellement en porte-à-faux, solution que nous ne saurions recommander, parce que la mauvaise répartition du poids nuit à la tenue de route. Du reste, si la caisse comporte des passages de roues, cette solution n'est pas moins coûteuse que l'enclavement dans la caisse et elle ne peut se justifier que là où, transportant des marchandises légères et volumineuses, on ne peut pas diminuer l'espace utile.

III. Camions. — Dans presque tous les cas, le générateur et l'épurateur se placent à l'arrière de la cabine, des entailles correspondantes étant pratiquées dans la caisse, qu'il s'agisse d'un plateau à ridelles, d'un camion bâché ou d'un fourgon tôle. Le refroidisseur est généralement placé sous le châssis, à l'avant ou à l'arrière des roues ; on le dispose parfois sur le toit de la cabine, mais à notre avis on ne doit adopter cette disposition que s'il est absolument impossible de faire autrement.

L'enclavement dans la caisse peut être réalisé de plusieurs manières :

a) *Dans une entaille rectangulaire.* Il faut en ce cas prévoir un pied de caisse en A, B et C, c'est-à-dire aux trois coins de l'entaille. Cette modification demande plus de temps, mais on utilise du bois pour les panneaux de la caisse et la tôle de protection n'aura pas à monter plus haut que la ridelle, lorsqu'il s'agit d'un camion bâché par exemple. La protection même pourra être arrondie (fig. 36);

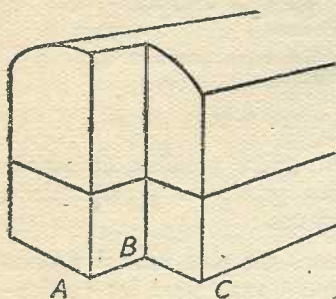


FIG. 36. — Entaille rectangulaire pour générateur

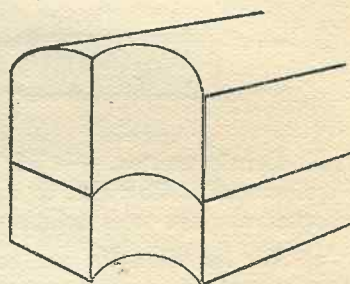


FIG. 37. — Entaille arrondie pour générateur

b) *Dans une entaille arrondie.* En ce cas, on ferme la caisse par une première tôle en arrondie, et l'on prévoit entre celle-ci et le générateur la tôle de protection normale. Cette disposition exige donc davantage de tôle que la précédente, de sorte qu'à l'heure actuelle elle n'est pas toujours facile à réaliser (fig. 37);

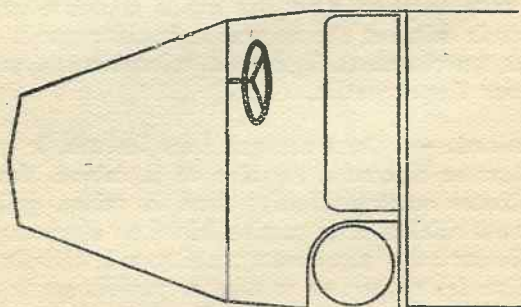


FIG. 38. — Générateur monté dans la cabine

c) *Enclavement à l'intérieur de la caisse.* L'entaille d'un four-

gon tôle est un travail fastidieux et coûteux. Aussi, préfère-t-on placer les appareils à l'intérieur de la caisse, sans toucher aux panneaux extérieurs. On se contente de pratiquer une ouverture dans le plancher pour y insérer l'appareil. Entre celui-ci et l'intérieur de la caisse, on fixe une tôle de protection qui aura au moins la hauteur de la trémie. Mais le générateur ainsi enclavé est difficile à démonter.

d) Sur certains véhicules, bennes, citernes, etc., il est absolument impossible de placer l'appareil à l'arrière de la cabine. On le place alors en partie *dans la cabine* (fig. 38), mais nous attirons l'attention sur le fait que cette disposition ne doit pas entraîner la suppression de la porte. On peut diminuer au besoin la largeur de celle-ci, mais on ne doit en aucun cas la supprimer. Les camions et cars doivent avoir une issue de chaque côté. Tout véhicule ne satisfaisant pas à cette condition est refusé par le Service des Mines.

Une installation en tout point remarquable a été réalisée par une maison lyonnaise sur un camion citerne. Le générateur, à double foyer, est placé à l'arrière de la citerne, entre deux

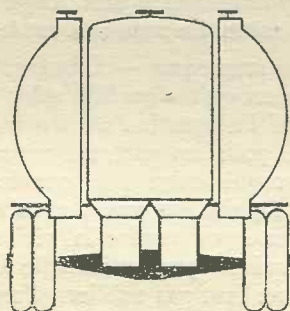


FIG. 39. — Générateur à double foyer monté à l'arrière d'une citerne

réservoirs de combustibles dont le contour extérieur suit la ligne de la citerne, comme le montre la figure 39. Ce même véhicule comporte deux faisceaux refroidisseurs, l'un sur circuit normal, l'autre sur grand circuit, de façon à obtenir un refroidissement suffisant, en été notamment.

La disposition du générateur à l'arrière, peu employée sur les camions, devrait être adoptée dans tous les cas où l'on peut charger et décharger le véhicule latéralement, cas beaucoup plus fréquent qu'on ne le suppose. On peut même se demander pour-

quoi les fourgons de livraison ont tous les portes à l'arrière, alors qu'on pourrait les disposer aussi bien du côté droit, derrière la cabine par exemple.

VI. Cars. — Pour les cars, le problème est un peu plus difficile à résoudre que pour les autres véhicules, parce qu'il faut tenir compte de certaines considérations d'esthétique et qu'on ne peut pas non plus procéder à des travaux de transformation trop coûteux, du moins en ce qui concerne la carrosserie. Aussi, les solutions les plus rationnelles sont-elles :

- a) le montage à l'arrière,
- b) le montage en remorque,

que nous allons examiner.

a) *Installation à l'arrière.* — Dans la plupart des cas, les portes d'entrée et de sortie se trouvent du côté droit, de sorte que l'arrière est libre. L'installation du gazogène ne gêne donc en rien, si ce n'est que les appareils réduisent la visibilité par la lunette arrière ce qui, à tout bien considérer, n'est pas d'une grande importance. S'il n'y a pas trop de porte-à-faux, on n'a pas besoin de toucher à la caisse. On fixe le générateur et l'épurateur sur des supports reliés aux longerons et prolongeant ceux-ci en quelque sorte. Ce montage est le moins coûteux.

b) *Installation sur remorque.* — L'intérêt de cette solution est indéniable, en ce sens qu'on ne fait subir au véhicule aucune transformation, sauf l'adaptation du moteur. On ne touche pas à la caisse, ce qui, pour un car, est appréciable. Par contre, l'emploi de la remorque exige une grande longueur de tubes, ce qui est utile au point de vue du refroidissement du gaz épuré, mais augmente par contre la résistance à l'écoulement du gaz, résistance qui est proportionnelle à la longueur du circuit. Au surplus, il ne faut pas oublier qu'on a un rayon d'action plus grand avec un générateur cylindrique ayant la hauteur de la caisse et monté à l'arrière de celle-ci, qu'avec un générateur à trémie spéciale monté sur remorque et dont la hauteur ne dépasse pas 1.000 mm. dans le cas le plus favorable. Ceci nous amène à dire quelques mots à propos de la forme de la trémie.

Forme de la trémie. — Elle est généralement cylindrique, mais dans de nombreux cas, qu'il s'agisse de voitures de tourisme ou de poids lourds, on est obligé de lui donner une forme spéciale, souvent déportée par rapport à l'axe vertical de l'appareil. En ce cas, on prévoit un plan incliné pour la descente du combustible et très souvent on donne à ce plan une incli-

raison insuffisante. Il faut que l'angle ait au moins 45° , autrement le charbon ne descend pas suffisamment et le feu risque de gagner les couches supérieures de la réserve de combustible, celui-ci formant un entonnoir au centre. En tout état de cause, la trémie cylindrique et haute est préférable à n'importe quelle autre forme (voir fig. 40 a et b).

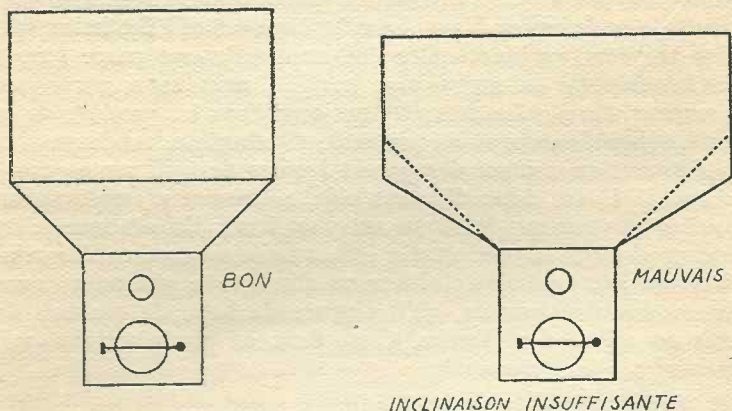


FIG. 40 a et b

V. Tracteurs. — L'équipement des tracteurs est difficile, surtout à cause de la faible vitesse du véhicule, ce qui exige un circuit de refroidissement assez long comportant autant que possible des tubes à ailettes ou des boîtes à chicane. Le générateur est à placer de manière à ne pas trop gêner la visibilité (certains tracteurs routiers permettent l'emplacement à l'arrière du siège du conducteur). Enfin, s'il s'agit d'un appareil à chenilles, il ne saurait être question de placer le générateur latéralement. Aussi, le place-t-on très souvent à l'arrière.

Circuit de refroidissement. — On tiendra compte non seulement du débit en litres-minute de l'appareil, mais également du service que le véhicule doit assurer, c'est-à-dire des conditions dans lesquelles il fonctionne normalement. Beaucoup d'installateurs n'apportent pas une attention suffisante à cette question qui est pourtant de la plus grande importance. Tantôt le circuit est trop long, tantôt il est trop court. Un circuit trop court peut entraîner l'échauffement exagéré et l'effondrement de la boîte de poussière ou du refroidisseur.

Mais comment déterminer exactement la longueur du circuit ?

Le constructeur donne en général, à ce sujet, toutes les indications nécessaires, mais il se présente tant de cas spéciaux qu'il nous semble utile d'exposer ici quelques règles essentielles.

1° Le gaz doit arriver à l'épurateur à une température d'environ 60 à 70°. A cette température, on ne risque pas la condensation, à moins que l'installation elle-même soit très froide, comme c'est le cas en hiver. Le colmatage est en effet infiniment plus fréquent en hiver qu'en été, non seulement parce que le combustible est lui-même plus humide, mais aussi parce que la vapeur d'eau qu'on retrouve toujours dans les produits de la combustion d'un corps contenant de l'hydrogène, condense plus rapidement au contact des parois froides des différentes canalisations. Il est donc d'autant plus nécessaire d'employer un combustible sec que le temps est plus froid. En pratique, c'est le contraire qui se produit. En été on brûle un combustible relativement sec, tandis qu'en hiver on alimente le générateur avec du combustible humide, qu'il s'agisse de bois, de charbon de bois ou même d'antracite. C'est donc en hiver surtout qu'il faut sécher le combustible.

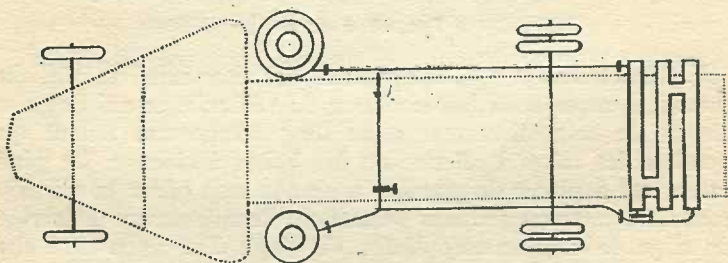


FIG. 41. — Circuits de refroidissements

2° L'installation doit comporter un grand et un petit circuit, ce dernier permettant de réchauffer les canalisations dans le minimum de temps. Ce petit circuit est réalisé par le système dit « by-pass », mais peu de conducteurs s'en servent convenablement. Le by-pass sert à amener les gaz à l'épurateur sans les faire passer par le refroidisseur. Il est bien évident que, dès que l'installation a atteint une température suffisante, il faut passer au grand circuit, pour ne pas amener au moteur des gaz trop dilatés.

Dans les régions où l'on enregistre de très grandes variations

de températures, il est même utile de prévoir trois circuits qui peuvent être réalisés par deux by-pass. La figure 41 illustre un montage de ce genre.

3° Il faut évacuer l'eau de condensation au fur et à mesure qu'elle se produit, ce qu'on réalise à l'aide de robinets de purge placés aux points les plus bas de l'installation. Considérons en effet un gazogène dont le générateur vient d'être chargé de charbon parfaitement sec, mais qui contient de l'eau dans les différentes canalisations provenant de la condensation de la vapeur d'eau produite antérieurement. Que se passera-t-il ? Le gaz chaud, léchant l'eau dans les canalisations, deviendra humide, les poussières s'enroberont dans de l'humide et les filtres seront colmatés, malgré l'emploi d'un combustible parfaitement sec.

En ce qui concerne la condensation de la vapeur, la présence d'une abondante quantité d'eau dans les canalisations et le colmatage prématuré des filtres, il convient de souligner que le circuit de refroidissement n'est pas toujours en cause. C'est avant tout à une trop grande humidité du combustible qu'il faut attribuer une condensation exagérée et tous les inconvénients qui en résultent. A maintes reprises, nous avons pu voir des installations réalisées d'une façon impeccable et dont les propriétaires se plaignaient d'arrêts fréquents dus à l'eau. Vérification faite, nous avons pu constater chaque fois que le combustible employé n'était pas assez sec.

Emplacement du générateur. — A ce sujet les avis sont assez partagés. Faut-il placer le générateur à gauche ou à droite du véhicule ? Même les ingénieurs du Service des Mines ne sont pas d'accord. Les uns exigent le générateur à droite, sous prétexte que s'il est placé à gauche le décrassage et le décentrage sur route peuvent constituer une gêne pour la circulation. Les autres, qui préfèrent le générateur à gauche, prétendent que, placé à droite, il peut occasionner des accidents par retour de flamme, notamment dans les villes.

Nous estimons, quant à nous, que seul l'agencement général du véhicule doit déterminer l'emplacement du générateur. De toute manière, il n'y a pas encore, à l'heure actuelle, de texte légal obligeant à placer le générateur d'un côté plutôt que de l'autre. Tout ce qu'on demande, c'est qu'aucun organe ne dépasse le gabarit du véhicule. Dans les limites de ce gabarit, entière liberté est laissée quant à l'emplacement des appareils. L'installateur tiendra donc compte avant tout de la facilité

d'amener les gaz au moteur aussi froids que possible et nous conseillons de placer l'épurateur latéral du côté opposé à celui où se trouve la tubulure d'admission du moteur. Mais au lieu de faire passer le tube d'arrivée à l'intérieur du capot ou par-dessus la culasse comme on le fait souvent, on le disposera en dessous du groupe ; au besoin même, on détendra le gaz dans une boîte de détente transversale. Cette disposition assure un meilleur refroidissement des gaz venant de l'épuration.

Un point très important est l'isolement du générateur par rapport à la caisse. Les ingénieurs du Service des Mines montrent, à cet égard, une sévérité justifiée. Il faut, en effet, éviter que le feu puisse gagner les parties combustibles (montants ou parois en bois, bâche, etc) de la caisse, même en cas d'échauffement anormal du foyer et de la trémie.

L'arrêté interministériel du 18 septembre 1940 prescrit que :

« Pour isoler le gazogène de la carrosserie en vue d'éviter les dangers d'incendies, des espaces suffisants sont à ménager ; toutes les parties susceptibles de subir un échauffement notable devront être, soit calorifigées en conséquence, soit éloignées de plus de 20 cm. des parties en bois de la carrosserie et de plus de 10 cm. des parties métalliques de cette dernière ou du châssis.

« Ces minima pourront être ramenés respectivement à 8 cm. et à 5 cm. lorsqu'il y aura interposition d'une paroi constituée par deux tôles enserrant une couche en matière isolante de 6 mm. d'épaisseur, avec libre circulation d'air entre cette paroi et la surface à protéger. En outre, les parties susceptibles de subir un échauffement notable et avec lesquelles le public risquerait de venir en contact au cours du service normal du véhicule, devront être soit calorifigées, soit protégées par un grillage convenablement placé. »

La tôle de protection est généralement garnie d'amiante ; la deuxième tôle peut être placée à environ 10 mm. de la caisse, comme le montre la figure. L'écartement est maintenu à l'aide de tubes emmanchés sur les boulons de fixation. (Voir fig. 42.)

Il n'est pas nécessaire que la tôle de protection monte aussi haut que la trémie. Elle peut s'arrêter à environ mi-hauteur, la trémie elle-même restant toujours à une température relativement basse. Il faut surtout isoler convenablement le foyer.

Emplacement du refroidisseur. — Le refroidisseur se place généralement sous le châssis, soit tout à fait à l'arrière, soit

devant les roues arrière. Quelquefois on le fixe sur le toit de la cabine, mais ce montage n'est pas à recommander pour les raisons suivantes :

a) En été, le refroidissement risque d'être insuffisant et les gaz arrivent à l'épurateur à une température trop élevée, ce qui peut entraîner la détérioration des toiles ;

b) En hiver, et surtout quand il pleut ou neige, les gaz sont refroidis exagérément ; comme par ailleurs, en saison froide, le combustible est plus humide, on risque davantage la condensation de la vapeur d'eau et le colmatage des filtres.

c) En dehors de la fatigue supportée par la cabine, il faut compter avec les déformations des canalisations, ce qui peut provoquer des prises d'air.

Le refroidisseur placé sous le châssis, en avant du pont, doit rester à une distance minimum de 25 cm. du sol, le véhicule ayant sa charge maximum. D'autre part, il faut garder une distance suffisante entre le refroidisseur et l'arbre de transmission dont les débattements peuvent atteindre une amplitude de plus de 10 cm. à l'endroit du refroidisseur. On est donc souvent obligé d'écraser ou de creuser le refroidisseur, comme le montre la figure 43, pour que l'arbre de transmission ne puisse le toucher.

Le refroidisseur sera suspendu dans des colliers circulaires qui sont préférables aux pattes soudées. On évite, de cette façon, la soudure de deux pièces d'épaisseur différente (5 mm. pour la patte et 1 à 1,5 mm. pour le refroidisseur) et on élimine le risque de percer la tôle du refroidisseur.

Dans le cas où l'on sépare le refroidisseur du longeron à l'aide d'une cale de bois, on place entre la cale et le refroidisseur une plaque d'amiante. Le refroidisseur peut en effet atteindre, en certains cas, une température suffisante pour mettre le feu au bois.

Les canalisations. — Les canalisations sont à monter de telle sorte qu'elles puissent subir de faibles déformations sans que celles-ci causent des fuites ou dislocations aux brides et sans que les soudures puissent fatiguer et céder. Souvent une prise d'air est causée par l'effort exagéré supporté par un tube à l'endroit de la soudure, sous l'effet d'une trop grande déformation du tube.

Quant aux coudes, ils auront un angle aussi grand possible. Le schéma montre comment on peut, par deux soudures à

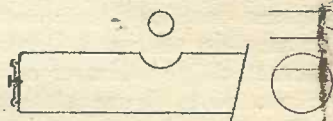
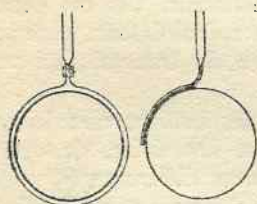
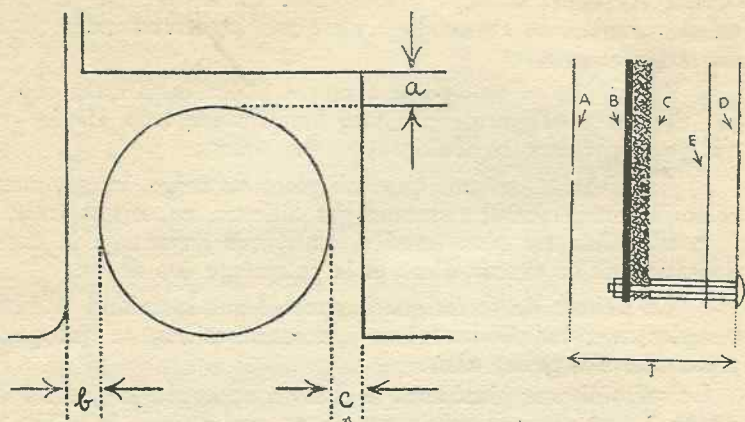


Fig. 44.

Fig. 43.

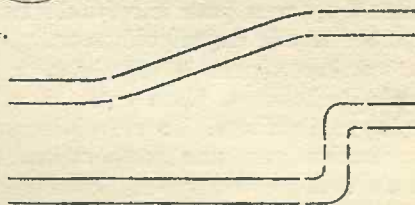


Fig. 45.

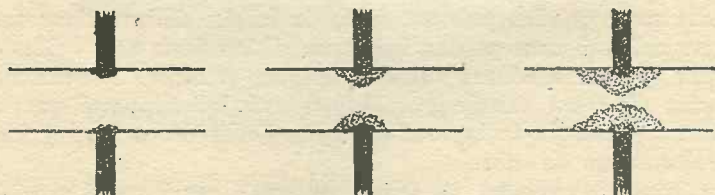


Fig. 46. — Formation des bourrelets à l'endroit des brides

section obliques, éviter deux coudes à angle droit, ce qui simplifie non seulement le travail, mais économise également les coudes difficiles à trouver et permet enfin un meilleur écoulement du gaz (fig. 45).

Dans le premier cas, on emploie trois morceaux de tube droits, celui du milieu étant coupé en biais à chaque bout, il n'y a que deux soudures à faire.

Dans le second cas, il faut trois morceaux de tubes et deux coudes de 90°, et quatre soudures au lieu de deux.

Pour des raisons de facilité de montage et de démontage, on ne donnera pas non plus une trop grande longueur aux tubes. Au lieu d'un tube de 4 m. par exemple, on montera deux tubes de 2 m., réunis par brides.

Les tubes sont à relier au châssis à l'aide de colliers amovibles et non pas avec des pattes soudées. On a intérêt à les tenir aussi éloignées que possible du tube d'échappement.

Quant aux brides, il est indispensable de supprimer les bourrelets qui peuvent exister à l'intérieur et qui proviennent de coulures de soudures. Ces bourrelets causent parfois un rapide encrassement de la canalisation, ce qui diminue progressivement la section de passage du gaz. Les poussières et les cendres aspirées avec le gaz en provenance du générateur, s'accumulent peu à peu, comme le montre la figure, et nous pouvons citer des cas où la canalisation était complètement obstruée. Comme on le voit, l'augmentation de la dépression ne provient pas uniquement de la présence d'un mâchefer dans le foyer ou du colmatage des filtres, mais aussi et même assez souvent de l'accumulation de dépôts de cendres dans la tuyauterie, surtout à proximité du générateur.

Chaque élément de l'installation doit pouvoir être démonté séparément, sans qu'on soit obligé de lui faire subir la moindre déformation. Les boulons de fixation, et nous attirons l'attention des installateurs sur ce point, doivent toujours avoir la tête en haut, jamais en bas. En effet, si l'écrou vient à se desserrer, le boulon avec la tête en bas tombe, ce qui ne se produit pas si le boulon est placé avec la tête en haut.

L'antiretour de flamme ou filtre de sécurité dont sont pourvus presque tous les gazogènes, est à placer aussi près que possible du mélangeur ; de toute manière, il doit se trouver entre l'épurateur et le mélangeur. Il sert en effet :

1) A protéger le moteur contre les impuretés qui pourraient être aspirées en cas de perforation ou de détérioration d'un élément filtrant ;

b) A protéger le filtre contre un éventuel retour de flamme du moteur.

Réserve de combustible. — Le générateur et l'épurateur étant dans la plupart des cas disposés de part et d'autre de l'axe médian du véhicule, l'espace entre les deux appareils peut être aménagé utilement pour contenir la réserve de combustible qu'on doit en tout état de cause pouvoir transporter à l'abri des intempéries.

Dans certains cas, on aménage des coffres appropriés sur le toit, mais c'est là une solution assez coûteuse.

L'emplacement de la roue de secours aussi embarrasse souvent l'installateur. Les roues de camions sont assez lourdes et par conséquent pas faciles à manier. Aussi, hésite-t-on à les placer sur le toit de la cabine. Si l'on ne peut pas conserver l'emplacement sous le châssis, à l'arrière du pont, endroit où l'on dispose souvent le refroidisseur, la meilleure solution consiste à loger la roue à l'intérieur de la caisse.

Comme on le voit par ce qui précède, l'installation d'un équipement pose de nombreux problèmes, mais l'installateur veillera essentiellement aux points suivants :

1° Que l'équipement ne subisse pas de déformations pouvant causer des fuites, prises d'air ou cassures ;

2° Que tous les éléments soient aisément démontables et que chaque partie puisse être vérifiée sans qu'il soit nécessaire d'enlever les autres.

VIII. -- L'allumage du moteur à gazogène

Les constituants du gaz pauvre, c'est-à-dire l'oxyde de carbone, l'hydrogène, le méthane et l'éthylène, ont une température d'allumage notablement supérieure à celle de l'essence ou du gasoil. Ceci explique que le gaz pauvre supporte un taux de compression beaucoup plus élevé sans risque d'auto-allumage. Voici à titre de comparaison quelques chiffres :

| | |
|--------------------------|------|
| Essence de pétrole | 470° |
| Gasoil | 350° |
| Oxyde de carbone | 650° |

La puissance d'un moteur donné étant essentiellement fonction de la pression moyenne (voir plus haut), il importe de chercher avant tout à obtenir avec le gaz une pression moyenne aussi proche que possible de celle que donne l'alimentation en essence. Ceci n'est possible qu'avec une compression plus forte du mélange, que ce soit grâce à un rapport volumétrique plus élevé ou par un remplissage plus dense du cylindre à l'aide d'un compresseur. Or, la résistance des gaz au passage de l'étincelle augmente avec la compression, de sorte qu'il faut une étincelle plus chaude, ce qui nécessite un courant de tension plus forte en même temps que des isolants plus résistants.

Si le moteur est à allumage par batterie, il faut donc changer la bobine qu'on remplacera par une bobine à grande puissance, et le distributeur qui est à remplacer également par un appareil à haute résistance diélectrique, pour éviter que les étincelles ne sautent à l'intérieur de la tête de distribution.

Si l'allumage se fait par magnéto, on a intérêt à adopter l'allumage par batterie. Il faut, de toute manière, remplacer

l'ancienne magnéto par un appareil d'allumage beaucoup plus puissant. Or, un allumeur spécial, avec un renvoi d'angle qui peut être monté à la place de la magnéto, coûte beaucoup moins cher qu'une magnéto ; les prix respectifs étant dans la proportion de 1 à 3.

La combustibilité plus faible du gaz pauvre (en raison de la forte proportion de gaz inerte) exige une avance plus grande pour que toute la charge puisse brûler. C'est du reste la « lenteur » de la combustion qui limite la vitesse de rotation du moteur à gaz de gazogène. Bien entendu, l'augmentation de l'avance pourra être d'autant plus faible que le taux de compression est plus élevé, ainsi qu'il résulte d'une série d'essais faits par Kühne et Koch qui indiquent les chiffres suivants :

| | | | |
|------------------|------|-------------|----------|
| benzol | 5,17 | avance..... | 15 mm. |
| gaz de bois..... | 5,17 | » | 21,5 mm. |
| gaz de bois..... | 6,89 | » | 19 mm. |
| gaz de bois..... | 8,89 | » | 17,3 mm. |

Il va de soi que l'appareil d'allumage doit comporter un correcteur à main, non seulement pour pouvoir modifier l'avance suivant la richesse du mélange, mais aussi pour pouvoir mettre à plein retard pour la mise en route, que celle-ci se fasse à l'essence ou au gaz. Sans compter qu'on peut être obligé de lancer le moteur à la main, opération très dangereuse s'il n'y a pas de retard à l'allumage.

Un autre point auquel on songe rarement est la batterie. La forte compression exige un gros effort de la part du démarreur, que celui-ci ne pourra fournir si la batterie ne débite pas un courant suffisant. Il est donc utile d'employer une batterie de capacité plus grande, et de veiller à ce qu'elle soit toujours en bon état de charge, pour que le démarreur puisse entraîner le moteur à une vitesse suffisante.

En ce qui concerne les bougies, elles doivent être plus froides pour le moteur à gaz de gazogène que pour le moteur à essence. En rappelant qu'il faut une bougie d'autant plus chaude que le moteur est plus usé, nous tenons à mettre le lecteur en garde contre l'erreur qui consisterait, en cas de transformation pour la marche au gazogène, de se contenter de l'emploi de bougies plus chaudes, si le moteur est usé. Un moteur usé ne donnera jamais de bons résultats avec un gazogène. *Il est absolument indispensable si l'on veut tirer de l'alimentation par gazogène tous les avantages qu'on est en droit d'en attendre, de faire subir au moteur une revision complète.*

Pour obtenir une combustion plus rapide du mélange, on monte quelquefois deux bougies par cylindre.

De toute manière, et surtout quand il s'agit de moteurs à huile lourde transformés, il faut veiller au bon refroidissement de la bougie. Des points chauds peuvent se produire notamment dans les culasses déportées à soupapes latérales (genre Ricardo) et dont le volume a été réduit par un apport de métal à la soudure autogène.

Pour les véhicules devant assurer des services de long parcours, il est indiqué de monter des bobines doubles (genre Bi-Alum).

En résumé, on modifiera l'allumage de la façon suivante :

1° Tension plus forte : 15.000 à 18.000 volts ;

2° Bougies plus froides, ayant 5 à 6 dixièmes d'écartement aux électrodes. Longueur minimum de la partie externe de l'isolant : 3 cm. ;

3° Avance à l'allumage plus grande (jusqu'à 1/6 de la course) avec correcteur à main ;

4° Batterie de capacité plus grande. Au besoin, on pourra doubler l'intensité du courant par adjonction d'une seconde batterie identique, les deux étant branchées en parallèle.

Si l'on conserve la magnéto ou l'allumeur existant, il faut diminuer l'écartement des électrodes de bougies. La tension fournie par ces appareils, suffisante pour que l'étincelle puisse franchir 5 à 6 dixièmes dans un gaz comprimé à 1/6 de son volume initial, ne suffit pas si le taux de compression est porté à 8 ou plus. Il faut ramener l'écartement à environ 3 à 4 dixièmes ; mais en ce cas, on va au-devant d'une usure rapide des électrodes.

IX. -- Essai du véhicule

Avant de procéder à l'installation du gazogène, il est bon de faire un essai de réception à l'essence et de relever aussi exactement que possible toutes les indications concernant le rendement. On choisira un itinéraire qui sera toujours le même et sur lequel on pourra effectuer tous les chronométrages de vitesse maximum en palier, d'accélération, de comportement en côte, en notant avec précision à quel moment on change de vitesse.

Si possible, faire participer le client à cet essai et lui faire signer la feuille d'essai. L'installateur se mettra ainsi à l'abri d'éventuelles contestations basées sur une perte de puissance que le client estime souvent exagérée.

Quant au gazogène, il est indispensable d'essayer séparément, avant leur mise en place, chacun des appareils composant l'équipement pour en éprouver l'étanchéité. Des soudures peuvent présenter un défaut, la tôle peut avoir une fissure, un gueulard de porte peut être mal dressé ou la porte voilée, une prise d'air pourra se manifester entre la tuyère et son manchon. Seul, un essai à la pression peut révéler ces imperfections.

Pour cet essai, on bouche tous les orifices de l'appareil à éprouver, sauf un, l'orifice d'entrée par exemple. Si l'appareil comporte des brides, on obture avec des brides bornes, l'une d'elles étant pourvue d'une valve de pneumatique. S'il n'y a pas de bride, on peut utiliser une durite dans laquelle est serré un bouchon de bois pourvu d'un raccord ; l'autre bout de la durite sera monté et serré sur le tube de l'appareil. L'autre tube de l'appareil est obturé de la même façon. A l'aide d'un gonfleur, on amène la pression à environ 1.500 gr. Si l'appareil est bien

étanche, cette pression devra se maintenir pendant au moins 15 minutes au même chiffre. Si le manomètre indique une diminution, il y a une fuite qu'on cherche soit en badigeonnant les soudures et portes avec de l'huile ou une solution savonneuse, soit en promenant une flamme (bougie) autour des lignes d'assemblage et des fermetures qui peuvent présenter une fuite.

Un deuxième essai est à faire, lorsque l'équipement est entièrement en place. Les différents appareils peuvent être parfaitement étanches, mais il arrive souvent qu'une tuyauterie intermédiaire présente une fuite.

Dans le cas où l'on a déplacé, comme cela arrive, les piquages d'entrée et de sortie, on n'oubliera pas d'obturer les anciens orifices et on ne laissera pas dans une boîte de détente une ouverture de 40 mm. qui, l'installation n'ayant pas été essayée sous pression, fut la cause de deux jours de vaines tentatives de mise au point et de réglage.

Pour vérifier l'étanchéité, on peut également procéder de la manière préconisée par le cahier des charges, en créant dans le gazogène obturé aux deux extrémités, une dépression de 100 gr. Au bout de 5 minutes, la dépression doit encore être supérieure à 50 gr.

Quant à l'essai de fonctionnement, le cahier des charges stipule que :

« Le moteur devra pouvoir être mis en route directement sur le gaz.

« Le constructeur est tenu d'indiquer le temps maximum compris entre le moment où la flamme est présentée à l'orifice d'allumage du générateur et le moment où le moteur est capable de faire franchir au véhicule un madrier en bois de 20 cm. de largeur sur 8 cm. d'épaisseur, posé sur le sol, en contact avec les roues motrices.

« Ce temps sera déterminé :

« — d'une part, au début de l'essai sur route (c'est-à-dire en partant d'un gazogène éteint et froid, garni de combustible frais);

« — d'autre part, au cours ou à la fin du même essai, après un arrêt de deux heures. »

Le véhicule équipé est à essayer dans les mêmes conditions et sur le même parcours qu'il l'avait été avant transformation.

X. -- Les responsabilités de l'installateur

Sur les 50 à 60.000 véhicules automobiles que nous pourrions alimenter avec des gazogènes, quelques milliers seulement sont équipés pour le fonctionnement avec des combustibles solides. Et déjà les malfaçons, les contestations et procès sont nombreux. Une fois de plus, on a voulu improviser. Un trop grand nombre d'appareils ont été installés sans qu'il ait été tenu compte ni des conditions minima auxquelles doit satisfaire un gazogène pour fonctionner convenablement, ni des modifications indispensables à apporter au moteur si l'on veut obtenir un rendement acceptable.

Des équipements ont été réalisés en dépit du bon sens et en méconnaissance absolue des principes de fonctionnement d'un gazogène, avec une négligence totale des précautions de sécurité. Des bricoleurs ayant pu trouver quelques feuilles de tôle par-ci par-là, soudant tant bien que mal et souvent plus mal que bien, ayant réussi à se procurer un foyer chez X, une tuyère chez Y et un mélangeur chez Z, ont parfois installé des « gazos » sur des véhicules dont la seule remise en état aurait coûté plus cher qu'un bon gazogène.

En certains cas, des installations ont été acceptées qui constituent un véritable danger ; d'autres fois, l'usager a dépensé 20.000 à 25.000 francs pour l'installation d'un gazogène sur un véhicule dont tout industriel honnête aurait déconseillé l'équipement.

Rien d'étonnant, donc, à ce qu'il y ait actuellement un assez grand nombre de procès en instance devant les tribunaux.

Le refoulement des gaz vers le générateur, en cas de brusque arrêt du moteur ou de fermeture subite du papillon de gaz, est un phénomène fréquent. C'est du reste pour empêcher l'expulsion de gaz enflammés dans l'atmosphère que les orifices d'admission doivent être pourvus d'un clapet antiretour de flamme.

En résumé, les causes de l'accident sont les suivantes :

- a) Mauvaise fermeture de la porte de trémie ;
- b) Niveau trop bas du combustible.

La conclusion, c'est qu'il faut toujours veiller à ce qu'il y ait dans la trémie une quantité de combustible suffisante pour que le feu ne puisse atteindre la couche supérieure. Veiller d'autre part à la bonne fermeture de toutes les portes et à leur parfaite étanchéité.

2) Explosion de l'épurateur. — La trémie est garnie de charbon de bois mélangé de quelques grains et poussières d'antracite. Le véhicule, après avoir fait quelques kilomètres, revient à l'atelier pour vérification. Le générateur est du type à deux tuyères. Le mécanicien allume la première, sans toutefois boucher l'orifice de l'autre. C'est donc de l'air frais qui entre ici dans le foyer et est aspiré, en même temps que le gaz combustible, par le ventilateur, sans passer toutefois par la zone de feu. Il a pu se constituer, à un moment donné, un mélange détonant allumé par des escarbilles de charbon non éteint véhiculées par la colonne gazeuse jusqu'à l'épurateur.

L'obturation d'une des tuyères pendant l'allumage de l'autre aurait évité l'accident.

3) Incendie du véhicule. — Les quelques incendies de véhicules à gazogène dont nous avons connaissance, étaient imputables à des causes diverses. Parmi celles-ci, il faut surtout retenir un isolement insuffisant du générateur, ou plutôt un manque de protection des parties en bois du véhicule. Il faut dire que les installations ne furent pas toujours réalisées avec une tôle de protection entre le générateur et la caisse et nous citerons un cas où l'incendie fut provoqué par l'inflammation de morceaux de charbon de bois coincés entre le générateur et la caisse. Avec une tôle de protection intermédiaire garnie d'amiante, telle que les règlements la prescrivent actuellement (voir p. 102), cet accident n'aurait pas eu lieu.

Dans un autre cas, le générateur avait rougi à l'endroit d'une prise d'air dans la tôle. Le générateur étant insuffisamment éloigné de la caisse, celle-ci prit feu.

Un troisième cas se limite à la carbonisation de la charpente en bois de la caisse (voiture de tourisme avec générateur à l'arrière), dû au fait que faute d'une réserve de combustible suffisante dans la trémie, celle-ci avait été portée au rouge. L'odeur du bois carbonisé avait attiré à temps l'attention du conducteur.

Notons que l'échauffement excessif du foyer par suite d'une baisse exagérée du niveau de combustible est fréquente, les conducteurs n'emportent pas toujours une réserve suffisante et se trouvent souvent dans l'impossibilité de se ravitailler en cours de route. Ils cherchent à finir l'étape coûte que coûte et arrivent souvent avec un foyer complètement rouge. L'organisation d'un réseau de distributeurs de combustibles pour gazogènes mettra fin à cette fâcheuse tendance.

4) Détérioration de la grille. — Nous avons eu connaissance d'un cas où la grille était fondue après environ 100 km. de marche. En même temps, le dépoussiéreur s'était effondré. On change le dépoussiéreur et la grille; quelque temps après, le client revient en signalant une prise d'air à une soudure du foyer et la fusion de la deuxième grille. Bien entendu, il exige le remplacement de la grille et la réparation de la soudure. Constructeur et installateur surpris de voir deux grilles fondues en si peu de temps, s'inquiètent de savoir ce qui s'est passé depuis la mise en service de l'appareil. Ils finissent par apprendre que pour la première sortie, l'usager avait employé un charbon de très mauvaise qualité, produisant un mâchefer tel qu'au bout de 50 km. environ le moteur ne tirait plus, malgré la fermeture presque complète du papillon d'air. La présence de ce mâchefer avait eu pour conséquence :

a) La détérioration de la grille par suite d'un chauffage excessif du foyer;

b) L'effondrement du dépoussiéreur, très chaud et soumis à une dépression exagérée;

c) L'éclatement d'une soudure à cause des déformations subies par le foyer trop chaud.

Cet éclatement a donné lieu à une prise d'air qui, à son tour, fut cause de la fusion prématurée de la deuxième grille.

Ainsi donc, des accidents qui, selon toutes les apparences, n'avaient d'autre origine qu'une défectuosité des grilles (métal

médiocre ou défaut de fonderie), n'étaient dus en fait qu'à l'emploi d'un combustible de mauvaise qualité et à un manque de surveillance du foyer par le conducteur.

Qu'il existe des gazogènes de qualité douteuse, fabriqués avec des tôles rouillées, avec des tubes piqués, nul ne le conteste et nous le déplorons d'autant plus que les appareils présentés aux Pouvoirs publics ne sont soumis à aucun contrôle quant à leur résistance. L'essai exigé en vue de l'homologation ne fournit aucun critérium au point de vue de la résistance de l'installation. Trop de bricoleurs ont pu construire et monter des gazogènes n'offrant aucune garantie, ni au point de vue de la résistance, ni au point de vue du fonctionnement. Et la cause du gazogène n'y a rien gagné, bien au contraire!