

**Zeitschrift:** Le Tracteur et la machine agricole : revue suisse de technique agricole  
**Herausgeber:** Association suisse pour l'équipement technique de l'agriculture  
**Band:** 18 (1956)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Le moteur "polycarburant" de MAN  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1082981>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

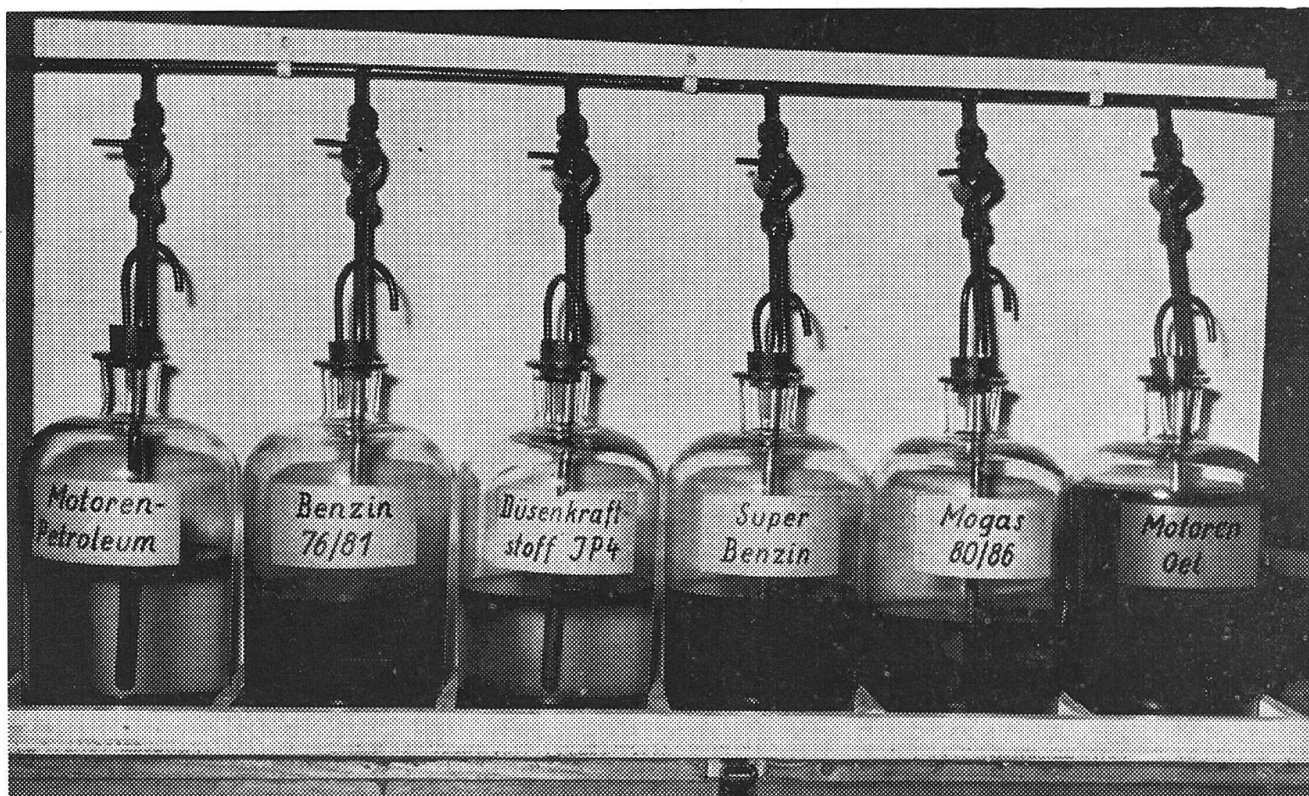
**Download PDF:** 25.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Le moteur «polycarburant» de MAN

**Le perfectionnement du nouveau procédé «M» d'injection directe permet maintenant d'utiliser de l'essence, du pétrole ou du carburant Diesel dans le même moteur, avec un taux de compression de 19 : 1, sans cognement, économiquement, sans carburateur ni allumage. — Moteur de conception mûrement étudiée, livrable immédiatement.**

L'usine de Nuremberg de la «Fabrique de machines Augsburg-Nuremberg (MAN)», la plus ancienne fabrique de moteurs Diesel du monde, a étudié et réalisé un nouveau moteur qui peut être alimenté par tous les distillats extraits de l'huile de pétrole sans exiger de modifications. Il fonctionne à tous les régimes absolument sans «cognement Diesel»,



### Libre choix du carburant

Au banc d'essai, le moteur polycarburant MAN développe une puissance de 18 ch à 2000 t/min, quel que soit le distillat de l'huile de pétrole qui l'alimente: pétrole pour moteurs (1), essence ordinaire (2), pétrole pour avions (3), mélange d'essence et de benzol (4), essence à haut indice d'octane IO 80/86 (5) ou huile pour moteurs SAE 10 (6). Leur combustion a lieu doucement, sans détonations et sans la moindre formation de calamine. Ce moteur peut même brûler de l'huile de graissage de son carter et fonctionner tout aussi bien.

(photo Seifert)

même au démarrage, que ce soit avec du carburant Diesel (gasoil) ou de l'essence à haut indice d'octane, et en faisant preuve d'une économie d'emploi avec tous les carburants. L'encrassement dû à l'huile, ainsi que l'usure des cylindres, sont minimales. D'autre part, ainsi qu'il a été dit plus haut, ce moteur n'a besoin ni de carburateur, ni de dispositif d'allumage. C'est en procédant à des recherches poussées pour améliorer le moteur «M» (Mittenkugelverfahren = à chambre de combustion sphérique médiane), lequel fut présenté pour la première fois en 1954, qu'on est arrivé à réaliser ces perfectionnements. Des milliers de moteurs «M» ont fait entretemps leurs preuves dans la pratique. Leur amélioration nécessita bien encore des recherches étendues, mais elle n'exigea toutefois que de minimales modifications structurelles.

Nous voilà ainsi arrivés à un tournant dans l'évolution des moteurs à pistons. Des hydrocarbures à point d'ébullition bas ou élevé peuvent être utilisés indifféremment dans le même moteur, avec une grande économie d'emploi dans chaque cas et sans détonations.

- Les systèmes de combustion des moteurs à essence et
- des moteurs Diesel se trouvent ainsi combinés dans le même moteur.

Aussi sensationnelle que puisse paraître une telle nouvelle, elle est toutefois absolument conforme à la réalité. Si de pareilles innovations révolutionnaires exigent en général un temps assez long pour être au point, ce ne fut pas le cas du moteur polycarburant MAN, lequel peut déjà être obtenu sur commande et livré avec le bulletin de garantie ordinaire de la fabrique. Si une telle chose a été possible, c'est grâce au peu de modifications nécessitées par le type «M», déjà éprouvé, pour la réalisation du nouveau moteur.

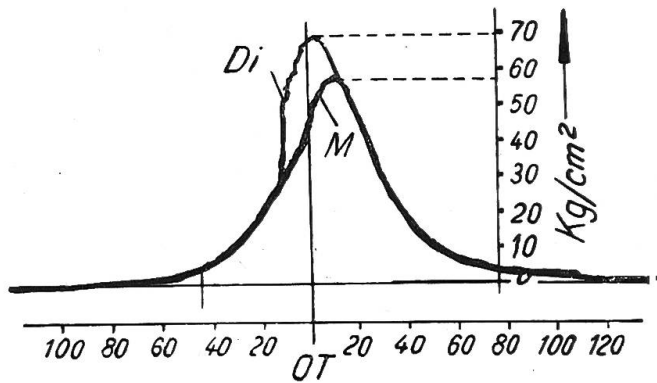
### **Premières démonstrations**

Le 9 septembre 1955, l'usine MAN avait invité quelques professionnels et des représentants de la presse à Nuremberg pour leur faire connaître le point où l'on en était avec le système de combustion «M» et les perfectionnements successifs qui avaient amené la création du moteur polycarburant. Ce dernier leur fut démontré au banc d'essai et sur route. Le Dr Meurer, ingénieur et chef du département des recherches de cette entreprise, exposa les améliorations effectuées au moteur «M». Il y eut ensuite visite de la nouvelle division des essais, très vaste, pour assister, à différents bancs d'essai, aussi bien à la démonstration de moteurs «M» que de moteurs polycarburant. A un de ces bancs servant aux démonstrations, un moteur à 8 cylindres en V pouvait être alimenté, à volonté et en tournant simplement des robinets, par six différentes bouteilles de verre contenant les principaux hydrocarbures. Il s'agissait de pétrole pour moteurs, d'essence ordinaire, de pétrole pour avions, d'un mélange d'essence et de benzol, d'essence américaine à haut indice d'octane (IO 80/86) et d'huile pour moteurs (SAE 10). Le moteur marcha également au carburant Diesel normal, et, enfin, même

### Diagramme d'indicateur d'un moteur «M» et d'un moteur Diesel à injection directe

La rapide augmentation de la pression dans le moteur Diesel, sitôt après l'inflammation du mélange, contraste nettement avec l'augmentation de la pression dans le moteur «M», qui est beaucoup plus lente. C'est à ce brusque accroissement de la pression de combustion qu'est due la marche saccadée et bruyante du moteur Diesel ainsi que la formation fréquente de calamine.

(Clichés «Revue Automobile»)



avec de l'huile de graissage provenant de son carter-moteur. Il fut montré comment il fonctionnait sans aucun cognement Diesel avec ces divers distillats de l'huile de pétrole, que ce fût au démarrage ou au ralenti. Le changement de carburant n'entraîne pas même la formation de calamine dans les conduites d'échappement. La charge restant pareille, on note seulement une légère différence de la vitesse de rotation lors du passage d'un carburant à un autre. Ce phénomène provient du poids spécifique varié des divers distillats. Par suite du débit volumétriquement invariable de la pompe d'injection, la quantité débitée diffère alors quant à son poids et à sa teneur en calories. Le moteur polycarburant a été également éprouvé dans une chambre frigorifique en vue d'arriver à ce qu'il démarre parfaitement même à  $-20^{\circ}\text{C}$ , avec tous les distillats de l'huile de pétrole, sans qu'il faille recourir à des moyens d'allumage auxiliaires (additifs pour carburants).

La démonstration d'un autocamion à quatre roues motrices et équipé d'un moteur polycarburant ne fut ni moins intéressante et ni moins convaincante. Ce véhicule, en service dans la pratique, a parcouru environ 50 000 km dans les conditions les plus difficiles et avec un changement continu du genre de carburant. Au moyen d'un réservoir à carburant spécial, il est possible de démontrer pendant la marche l'absence de détonations et de calamine dans le moteur en utilisant quatre carburants différents. Cet autocamion sert également à faire voir la souplesse du moteur polycarburant, même aux régimes de rotation les plus bas, grâce au processus moins brusque de la combustion. L'effet favorable de ce dernier sur le couple moteur permet d'accélérer tranquillement au rapport de vitesse supérieur en palier, et cela même à partir d'un régime de 300 t/min, ce qui correspond à une allure d'environ 12 km/h. Différents types de nouveaux châssis pour autocamions mi-lourds et pour autobus furent aussi montrés. Ils étaient tous équipés de moteurs «M», lesquels peuvent être transformés sur demande en moteurs polycarburant.

### Le moteur «M»

Le moteur «M» (à chambre de combustion sphérique médiane) présente quelques caractéristiques assez simples que nous allons décrire brièvement. La chambre de combustion sphérique des types de moteurs précédents, qui

occupait une position excentrique dans le piston, se trouve maintenant logée au centre de ce dernier. L'injecteur comporte deux trous. L'un des trous pulvérise le 95 % du carburant en le projetant tangentiellement contre la paroi interne de la chambre de combustion sphérique et dans la direction du tourbillon de l'air comburant. Le second trou pulvérise le 5 % restant du carburant au centre de la sphère, comme jet d'allumage. L'injecteur, qui a été conçu en vue d'absorber un minimum de chaleur et d'en évacuer le plus possible, ne s'échauffe que modérément. Le refroidissement de la chambre de combustion a lieu de manière sûre par projection d'huile venant du carter-moteur. Un mouvement de rotation est imprimé à l'air comburant par des conduites d'aspiration spéciales. Dans les premiers moteurs «M», ce mouvement giratoire était encore produit par des déflecteurs placés aux soupapes d'admission d'air. Le taux de compression des moteurs «M» est de 17 : 1.

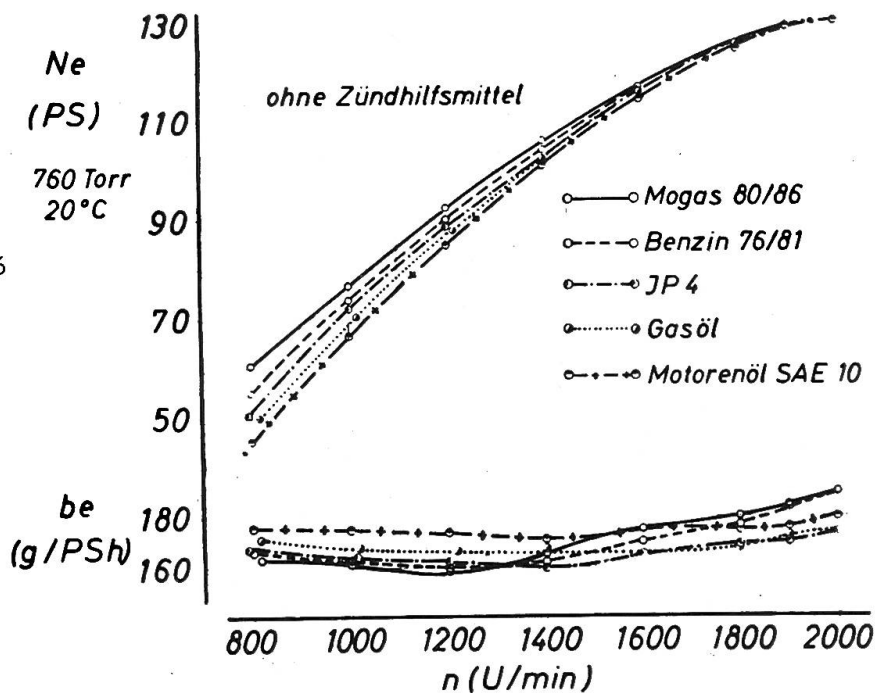
### **Le contrôle du processus de la combustion**

La raison du fonctionnement doux et exempt de détonations de ce moteur n'a fait l'objet que de vagues allusions de la part de la firme MAN lors de son apparition, de sorte que les milieux professionnels ont échafaudé les hypothèses les plus diverses. Lors de l'annonce de la réalisation du moteur polycarburant, le Dr Meurer a fourni quelques renseignements sommaires à cet égard, après qu'il ait fait un exposé détaillé au cours de la réunion de la SAE (Société des ingénieurs américains de l'automobile) de l'été 1955. Nous décrirons ci-après les phases passablement compliquées de la combustion, de même que les considérations et les conclusions qui en découlent.

Depuis l'apparition du moteur Diesel à marche rapide, on admettait généralement que la combustion serait dirigée de la meilleure façon par une pulvérisation aussi fine que possible du carburant et par sa répartition égale dans l'air comburant. Il ne fut toutefois possible que d'arriver à des solutions de compromis. L'injection directe (Saurer, AEC et MAN, par exemple) permet des consommations spécifiques de carburant qui sont minimales, mais produit par contre une combustion bruyante, relativement brusque. Les moteurs à chambre de précombustion (Mercedes-Benz, Büssing et Hanomag, notamment) ont une combustion moins brusque et se signalent par un cognement plus modéré, mais ils se révèlent en revanche moins économiques. Les deux systèmes présentent le désavantage de produire une trop forte fumée, malgré l'excédent d'air, dès que les conditions de la combustion subissent la plus légère perturbation, ce qui diminue immédiatement leur économie d'emploi en proportion.

Les considérations qui guidèrent le Dr Meurer lors de la mise au point de son système de combustion «M» prouvaient que la pulvérisation du carburant n'avait jamais donné totalement satisfaction jusqu'alors du fait que la structure des moteurs ne permettait pas de diriger rationnellement le processus de la combustion. Le fonctionnement saccadé des moteurs Diesel, qui est particulièrement bruyant lorsque la charge est faible, doit être attri-

(PS) = (ch)  
 760 Torr = 760 mm Hg  
 (g/Psh) = (g/ch/h)  
 ohne Zündhilfsmittel =  
 sans moyens d'allumage auxiliaires  
 Mogas 80/86 =  
 essence à haut indice d'octane 80/86  
 Benzin 76/81 =  
 essence ordinaire 76/81  
 JP 4 = pétrole pour avions JP 4  
 Gasöl = carburant Diesel (gasoil)  
 Motorenöl SAE 10 =  
 huile pour moteurs SAE 10  
 n (U/min) = n (t/min)



#### Puissance et consommation de carburant d'un moteur polycarburant MAN

Puissances et consommations spécifiques de carburant lors du fonctionnement avec de l'essence à haut indice d'octane (80/86), de l'essence ordinaire, du pétrole pour avions (JP 4), du carburant Diesel et de l'huile pour moteurs (SAE 10). Les consommations spécifiques de carburant les plus faibles ont été celles enregistrées avec les essences, aux régimes de rotation inférieurs. Le carburant Diesel et le pétrole pour avions ont les courbes les plus plates.

bué au trop rapide déroulement du phénomène de la combustion et à la prompt augmentation de la pression qui s'ensuit. On n'était pas parvenu jusqu'à présent à diriger ce déroulement pour qu'il ait lieu dans les limites désirées, que ce fût par la pulvérisation microfine du carburant, par la turbulence mûrement étudiée de l'air comburant ou par la combinaison de ces deux moyens. Etant donné la brièveté de la durée de l'injection, la formation du mélange carburé dans le moteur Diesel doit se produire dans un laps de temps égal au sixième de celui qu'il faut dans le moteur à essence. Aussi les insuffisances de la combustion dans les moteurs Diesel ont-elles été le plus souvent imputées à ce temps extrêmement limité et on s'est plus ou moins accommodé des résultats atteints. Il semble que l'on ne se soit pas préoccupé, même théoriquement, de l'extrême rapidité des réactions chimiques successives. Il est notoire que ces réactions peuvent être si rapides qu'elles engendrent d'énormes hausses locales de la température, lesquelles produisent à leur tour un accroissement de la vitesse de succession des diverses réactions chimiques. Ce cercle vicieux conduit à une progression et à une propagation du processus de la combustion qui sont comparables à celles d'une avalanche et qui ont notamment pour conséquence le phénomène bien connu de la production de calamine dans le moteur. Malgré l'excé-

dent d'air, ces réactions (qui sont des transformations chimiques se produisant graduellement au cours de la combustion) se succèdent si vite que des particules de carbone pur parviennent à l'échappement sans avoir été brûlées.

C'est en faisant ces constatations que le Dr Meurer en est venu à examiner conjointement et séparément l'influence du mouvement tourbillonnaire de l'air dans la chambre de combustion, puis la pulvérisation et la répartition du carburant. Grâce à des photographies ultra-rapides sur film, il a été possible de réaliser un injecteur qui pulvérise le carburant de manière idéale (pulvérisation microfine) dans le laps de temps favorable et qui, combiné avec un mouvement tourbillonnaire de l'air bien étudié, répartit aussi régulièrement le carburant dans l'air à l'intérieur de la chambre de combustion sphérique (pulvérisation macrofine). Ces conditions donnèrent cependant des résultats décevants, la combustion ayant lieu comme toujours avec un cognement prononcé. Il fallut donc en conclure que la théorie d'une formation «idéale» du mélange péchait à la base et que le carburant ne devrait pas être mélangé du tout à l'air pendant le délai d'allumage. La formation d'un mélange carburant/air aussi homogène que possible avant l'allumage, ainsi qu'il le faut dans les moteurs à essence, ne faisait qu'augmenter les défauts caractéristiques de la combustion dans les moteurs Diesel. Comme la formation du mélange était améliorée soit par l'accroissement de la vitesse de l'air, soit par celui de la vitesse du jet de carburant, le caractère saccadé et bruyant de la marche du moteur en étaient augmentés. Les recherches entreprises alors sur les phénomènes chimiques inhérents à la combustion firent apparaître l'analogie qui existe entre le cognement du moteur à essence provoqué par une compression élevée et le processus de l'inflammation dans le moteur Diesel. Il fut constaté que l'oxydation directe des molécules de carburant jusqu'à leur transformation finale en produits de combustion ne peut pas causer d'auto-inflammation au cours des deux processus précités. La combustion intervient le plus souvent lors de combinaisons chimiques intermédiaires qui se succèdent rapidement.

En raison de la compression préalable de l'air, la combustion dans le moteur Diesel débute avec des températures considérablement plus élevées que la combustion dans le moteur à essence. Il a été prouvé en outre que par suite des réactions individuelles se produisant dans le mélange Diesel, certaines températures locales peuvent devenir extrêmement hautes et atteindre par exemple 2100° C. D'après la loi d'Arrhénius sur les gaz, les mouvements moléculaires sont en général accélérés par l'accroissement des températures. Cette constatation est également valable pour les vitesses de réaction des transformations chimiques. En supposant qu'un mélange carburant/air finement pulvérisé se trouve dans la chambre de combustion, ces réactions ont lieu entre les molécules de carburant et d'oxygène. Ce sont des réactions exothermiques, c'est-à-dire dégageant de la chaleur. S'il n'y a toutefois pas assez d'oxygène à disposition, les dites réactions chimiques se

produisent à l'intérieur même des molécules, provoquant ainsi la désagrégation de combinaisons du carbone, surtout de celles avec l'hydrogène.

S'il y a de l'oxygène à disposition, la désagrégation des molécules de carburant donne des radicaux par l'intermédiaire de peroxydes, et, du fait de la rapidité des réactions, est accompagnée de bruits de détonation. Dans le processus Diesel, cependant, une telle dissociation n'a lieu qu'au premier stade de la combustion. Des analyses spectrales ont prouvé la présence de combinaisons du carbone sitôt après l'auto-inflammation. Les réactions doivent donc se produire si vite qu'il y a également dans ce cas un manque local d'oxygène. Un tel processus a alors pour conséquence que du carbone non brûlé se forme par endroits, notamment dans la tuyauterie d'échappement (calamine). Aussi est-il extrêmement difficile, avec un mélange carburant/air «idéal», d'arrêter la désagrégation chimique de la quantité totale du carburant lors de hautes températures d'auto-inflammation. Les réactions accélérées par l'accroissement des températures progressent à la façon d'une avalanche. La réaction en chaîne des auto-inflammations se propage en consommant tout l'oxygène se trouvant à proximité immédiate. Le processus réactionnel se déroule de manière si irrésistible que la dissociation des molécules de carburant a lieu en produisant des détonations et que le manque local d'oxygène a pour effet de laisser des carcasses de molécules de carbone. Il en résulte le phénomène bien connu de la formation de calamine dans le moteur et à l'échappement.

Lors d'observations faites avec des lampes à souder, où le combustible est réchauffé préalablement avec l'air comburant, on a constaté une combustion exempte de suie et le spectrographe a fait apparaître un déroulement correspondant de l'oxydation. Des recherches antérieures sur le comportement de carburants Diesel avaient montré ce fait particulier que les vapeurs de carburant ont des températures d'auto-inflammation beaucoup plus élevées que celle du carburant liquide lui-même dont elles sont issues et que les températures régnant à la fin de la course de compression sont trop basses pour les enflammer. La température d'auto-inflammation dans le moteur Diesel dépend donc du processus de formation du brouillard de carburant. Elle est basse pour les vapeurs provenant d'un brouillard de carburant échauffé au moyen d'air très chaud (le cas du mélange «idéal») et elle est élevée lorsqu'il s'agit de vapeurs provenant d'un carburant liquide échauffé alors que la répartition de l'oxygène est insuffisante. Cette constatation, mise en pratique, a trouvé sa confirmation éclatante dans le moteur «M».

L'application et les incidences de ces réactions dirigées du processus de la combustion sont mises à profit avec les moyens les plus simples. A peu près 95 % du carburant est projeté tangentiellement sur la paroi intérieure de la chambre de combustion sphérique, de sorte que le carburant n'est pas giclé encore plus loin et peut se répartir uniformément sur cette surface. La pellicule ainsi déposée a

une épaisseur d'environ 0,015 mm. Afin que l'échauffement de cette pellicule de carburant, et, conséquemment, aussi sa vaporisation, restent dans des limites acceptables, tout le piston (surtout la chambre de combustion sphérique) reçoit une projection d'huile venant du carter-moteur. La majeure partie du flux d'huile traverse des forures pour parvenir à la surface intérieure du cylindre (dont il assure ainsi une sûre lubrification), en passant derrière le segment inférieur. Grâce à ce refroidissement par huile, la température moyenne de la paroi de la chambre de combustion est circonscrite à environ 340° C. La pellicule de carburant reste inactive jusqu'à ce que le 5 % restant du carburant soit pulvérisé sous forme d'un jet central et provoque l'inflammation du mélange. Ce jet allumeur arrive au milieu d'une masse sphérique d'air très chaud qui cause son inflammation, c'est-à-dire également à l'intérieur d'une calotte de carburant échauffé préalablement qui possède une température d'auto-inflammation plus élevée. Par suite de manque d'oxygène, ce carburant brûle toutefois sans se dissocier et, par suite, d'une manière lente.

Il aurait été aussi possible d'assurer le refroidissement du piston en lui donnant une forme appropriée. Le refroidissement complémentaire au moyen d'huile permet cependant d'utiliser un piston plus léger. Il a fait ses preuves, car le piston reste propre et est lubrifié déjà dès les premiers tours du moteur lors du départ à froid. Le piston joue en outre le rôle très utile d'échangeur de chaleur en échauffant rapidement l'huile de graissage, à l'endroit le plus chaud du moteur, pendant le démarrage à froid. En vertu de la théorie démontrée ci-dessus, les réactions successives qui forment les phases de la combustion peuvent donc être dirigées de la manière la plus simple dans le moteur «M».

Le refroidissement de l'injecteur a été également l'objet d'une étude approfondie. Grâce à la forme conique donnée à l'extrémité du porte-injecteur, la partie exposée de l'injecteur (à l'intérieur de la chambre de combustion) est réduite à un minimum et la conicité de son siège assure une rapide évacuation de la chaleur. Le guidage de l'aiguille d'injecteur a été éloigné de la chambre de combustion et se trouve dans la zone moins chaude. Grâce à ces modifications, on évite dans une large mesure le calaminage de l'injecteur, et cela d'autant plus que l'augmentation minime de la pression n'engendre pas de températures excessives.

Une bonne et sûre combustion de la totalité du carburant exige un mélange stoechiométrique. Puisque la dissociation détonante du carburant a été évitée, il reste assez de temps, au point de vue de la succession des réactions, pour qu'un tel mélange se forme, à condition que le volume de l'air comburant ait un mouvement tourbillonnaire suffisant. La courbure très prononcée des conduites d'aspiration de l'air et la situation centrale de la chambre de combustion sont à même de l'assurer. De plus, le diamètre réduit de la chambre de combustion accélère encore le mouvement giratoire de l'air. Les conditions préalables nécessaires pour entraîner la vaporisation

et la combustion progressive de la pellicule sphérique de la majeure partie du carburant sont donc aussi favorables que possible. Le déroulement subséquent des phases de la combustion correspond au principe Diesel ordinaire. Cependant, le processus dirigé de la combustion décrit plus haut a pour effet d'amener une augmentation graduelle de la pression et d'assurer ainsi au moteur un fonctionnement doux et silencieux (sans détonations).

Le diagramme d'indicateur du moteur «M» montre clairement cet accroissement graduel de la pression. En confrontant ce diagramme avec celui d'un moteur Diesel à injection directe, on constate que la courbe de pression du moteur Diesel s'élève rapidement à partir du moment de l'inflammation, tandis que la courbe correspondante du moteur «M» a une allure constamment plus plate et ne remonte que vers la fin de la combustion. Il ressort de la comparaison de ces deux courbes que la marche douce du moteur «M» trouve immédiatement son explication.

### **Expériences pratiques**

Les expériences pratiques qui ont déjà été faites avec des milliers de moteurs «M» ont fourni les résultats suivants:

La consommation de carburant correspond à celle d'un moteur Diesel économique à injection directe.

Le départ à froid est possible sans moyens d'allumage auxiliaires, même à  $-20^{\circ}\text{C}$ , du fait le moteur «M» est pourvu d'un dispositif qui porte la température du filtre à air à environ  $43^{\circ}\text{C}$  avant le démarrage. Cette élévation de la température est obtenue au moyen d'air comprimé et de carburant ordinaire.

La formation d'acide est réduite à un minimum lors du départ à froid, étant donné que l'huile de graissage est échauffée dans le temps le plus court.

L'usure des cylindres d'origine chimique est minime en raison de la très petite quantité d'acide qui se forme, comme celle d'origine mécanique est également et particulièrement minime à cause de l'insignifiant encrassement de l'huile, régulièrement constaté dans le moteur «M». La combustion dirigée a tout d'abord comme conséquence de diminuer fortement la dissociation du carburant, ce qui entraîne une réduction correspondante de la calamine qui se forme. D'autre part, les températures de combustion se montrent plus basses que de coutume, et, grâce au refroidissement ainsi qu'à la lubrification du piston, l'usure des cylindres est également limitée à un minimum. D'après les expériences faites, on évalue cette usure à 1 ou 2 centièmes de millimètre par 100 000 km. On a même vu à plusieurs reprises des chemises de cylindres où les traces du honing étaient encore visibles après un service de 200 000 km. Un tableau élaboré par la fabrique MAN indique les résultats d'essais comparatifs concernant l'encrassement d'un moteur Diesel à injection directe et celui d'un moteur «M». On peut y voir que le moteur «M», après un fonctionnement

continu et à pleine charge pendant 60 heures, de même qu'après un service de 3600 km sur un autobus urbain, atteint un degré d'encrassement qui n'est que la moitié environ de celui du moteur Diesel. Bien que la durée des essais ait été un peu courte, une telle expérience n'en fournit pas moins de précieuses indications.

### **Le moteur «polycarburant»**

Il n'y avait au fond qu'un pas à franchir pour passer du moteur «M» au moteur polycarburant. Les phases de la combustion pouvaient être dirigées de telle façon qu'il était tentant de vouloir utiliser peu à peu des carburants dont l'aptitude à l'inflammation est de plus en plus basse. Ainsi qu'il a déjà été expliqué au paragraphe relatif au contrôle du processus de la combustion, la formation du mélange dépend largement de la température régnant à l'intérieur de la chambre de combustion, dans le moteur «M». On arrive à obtenir un fonctionnement doux du moteur en faisant en sorte que la quantité de carburant servant à l'auto-inflammation soit maintenue à un certain minimum (5%). Ces deux caractéristiques du moteur «M» permettent d'employer des carburants présentant une auto-inflammabilité bien moindre que le carburant Diesel, notamment des essences à haut indice d'octane mais à indice de cétane très bas. Le système de combustion «M» n'est cependant pas capable de diminuer le délai d'allumage de tels carburants. Afin de pouvoir utiliser de façon parfaite des hydrocarbures à bas point d'ébullition dans le moteur «M», il devient indispensable d'accroître un peu la température de la chambre de combustion en augmentant le taux de compression. Dans le cas présent, on le fait passer de 17 : 1 à 19 : 1. Le délai d'allumage des carburants à haut indice d'octane s'en voit ainsi réduit et la chaleur nécessaire à l'échauffement de la pellicule de carburant déposée contre la paroi de la chambre de combustion devient disponible. La tension de vapeur supérieure de ces carburants contribue également à rattraper leur délai d'allumage plus long. Ainsi même des essences à haut indice d'octane (IO 80/86) employées dans le moteur polycarburant peuvent fournir les mêmes performances maxima que le carburant Diesel en donnant en même temps au moteur une marche douce et exempte de cognement. Le moteur peut même tourner sans difficultés pendant des heures au ralenti avec de l'essence à haut indice d'octane. Les qualités du moteur polycarburant viennent confirmer la théorie exposée plus haut sur le moteur «M». L'évolution de ce dernier vers le moteur polycarburant n'a ainsi exigé qu'une modification au moteur même, soit celle de l'augmentation du taux de compression. Par suite du moindre pouvoir lubrifiant des hydrocarbures à bas point d'ébullition, il a été encore nécessaire de prévoir dans la pompe d'injection un circuit d'huile pareil à celui que possèdent les pompes d'injection d'essence des moteurs à carburateur. Les usines MAN fabriquent en série une gamme variée de moteurs conçus d'après le principe «M». Sur demande, et en payant un supplément de prix d'environ frs. 315.—, ces moteurs su-

bissent les deux modifications susmentionnées pour devenir des moteurs polycarburant. En cas de besoin d'une puissance supérieure, ils sont livrés avec une turbo-soufflante d'échappement.

### **Puissance et consommation du moteur «polycarburant»**

La puissance et la consommation du moteur polycarburant lors de l'emploi des différents hydrocarbures entrant en considération sont indiquées sur le graphique de la page 11. La puissance maximum du moteur peut être atteinte sans difficultés avec tous ces carburants par un simple réglage de la pompe d'injection. Aux régimes de rotation inférieurs, le moteur développe sa puissance la plus élevée avec l'essence à haut indice d'octane, tandis qu'il fournit sa puissance la plus faible avec le carburant Diesel et l'huile pour moteurs SAE 10. Les courbes de consommation des divers carburants donnent d'intéressantes indications. Jusqu'à 1400 t/min environ, la consommation spécifique d'essence à haut indice d'octane et celle d'essence IO 76/81 se situent au-dessous de 160 g/ch/h et sont ainsi les plus basses. Leurs courbes resp. se relèvent ensuite en partie pour dépasser celles du carburant Diesel, de l'huile pour moteurs et du pétrole pour avions JP 4. Les allures de ces trois dernières courbes sont les plus plates des courbes de consommation. Le relèvement des courbes des essences est dû au fait que l'influence accrue du délai d'allumage aux vitesses de rotation supérieures fait baisser légèrement l'effet utile de la combustion. Quoi qu'il en soit, il y a lieu d'attirer l'attention sur le remarquable fait que les essences peuvent être utilisées pour alimenter un moteur à pistons sans nécessiter de moyens d'allumage, que ce moteur a alors un fonctionnement doux, sans détonations ni formation de calamine, un taux de compression de 19 : 1 et le rendement d'un moteur Diesel.

La fabrique MAN fait observer à juste titre qu'elle a réussi à concevoir et à fabriquer le moteur que l'on désirait trouver depuis des dizaines d'années: un moteur pouvant être alimenté de façon parfaite avec tous les distillats de l'huile de pétrole utilisables dans les moteurs et qui ne constitue pas une solution de compromis.

### **Projets et perspectives d'avenir**

Les usines MAN envisagent d'étendre l'application des systèmes de combustion «M» et «à carburants multiples (polycarburant)» également à des moteurs plus petits et plus grands. Des essais avec des moteurs d'automobiles et des moteurs de grandes dimensions (y compris ceux à deux temps, pour ces derniers) sont déjà en cours.

Les perspectives d'avenir de ces moteurs sont encore difficiles à entrevoir à l'heure actuelle. Il est évident que leur fonctionnement doux et silencieux (exempt de détonations) est particulièrement séduisant. La demande toujours croissante de davantage de confort augmentera beaucoup leurs possibilités d'utilisation sur les autobus et les autocars. Au point de vue de l'économie d'emploi, leur faible consommation de carburant et leur

usure minime représentent aussi des facteurs intéressants. D'autre part, on ne peut que se féliciter que le conducteur d'autocamion bénéficie d'une diminution du bruit dans sa cabine. Le fonctionnement doux du moteur n'accroîtra pas seulement le confort dans le véhicule en marche, mais également la sécurité dans le trafic, du fait que le conducteur sera moins fatigué et aussi que les signaux de dépassement pourront être mieux entendus.

Le moteur MAN, en tant que moteur à carburants multiples, est susceptible d'exercer une influence considérable sur l'économie des carburants.

Plusieurs types de ces moteurs, offrant toutes garanties, sont déjà livrables. Ils vaporisent pour ainsi dire tous les distillats de l'huile de pétrole seulement à l'aide d'une pompe d'injection. Leur processus de combustion se déroule doucement (sans «cognement Diesel») et leur rendement est élevé. Ils ne comportent ni carburateur, ni dispositif d'allumage, et les termes indice d'octane et indice de cétane ont perdu de leur importance.

(Trad. R. S.)

Max Troesch, privat-docent

**Note de la Rédaction.** — En réponse à une demande de l'auteur de l'article ci-dessus, la fabrique MAN a répondu qu'aucun tracteur n'est encore équipé avec le moteur polycarburant. L'entreprise en question est en train d'établir quels carburants autres que le carburant Diesel sont à disposition pour les tracteurs dans les différents pays et lesquels permettraient de réaliser une économie s'ils étaient utilisés pour alimenter un moteur polycarburant.



et

**DUROL HEAVY DUTY**

(huile „HD“)

garantissent à votre tracteur à gazoil, à pétrole ou à essence un meilleur graissage et le maintiennent propre!

**H.R.Koller & Cie., Winterthour**

Représentant Auguste Lavenant, Rue Hoffmann 16, Genève, Téléphone 022 / 34 12 43