

**Zeitschrift:** Technique agricole Suisse  
**Herausgeber:** Technique agricole Suisse  
**Band:** 54 (1992)  
**Heft:** 7

**Artikel:** Le carburant au centre des préoccupations  
**Autor:** Wolfensberger, U.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1084804>

### **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:** 05.02.2026

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

# Le carburant au centre des préoccupations

U. Wolfensberger, Station fédérale de recherche en économie d'entreprise et en génie rural (FAT), 8356 Tänikon

En 1900, lors de l'exposition universelle de Paris, un petit moteur était actionné par de l'huile d'arachide. Son inventeur l'avait développé après l'essai de plusieurs carburants, ceci dès 1897. «Il travailla tellement discrètement que seuls de rares initiés étaient au courant de ses recherches» écrivit Rudolf Diesel dans son livre: «L'origine du moteur diesel».

Au cours des années suivantes, tant le moteur que les carburants fossiles ont été développés et adaptés l'un à l'autre de telle manière que les huiles végétales ne conviennent plus aux moteurs

diesel actuels. Les moteurs construits spécialement, tel le moteur «Elsbett» par exemple, constituent une exception à la règle.

## Le biodiesel et les moteurs

L'huile végétale se laisse aisément adapter aux moteurs actuels par un simple processus chimique appelé transestérification. Cela atténue considérablement la viscosité de l'ester méthylique de colza (EMC) et augmente l'indice de cétane, c'est-à-dire la capacité d'inflammation. Ce biodiesel s'avère très semblable au diesel tradi-

tionnel et peut ainsi s'utiliser dans des moteurs n'ayant subi aucune modification. La FAT a décidé de le contrôler et a effectué des mesures dès l'été 1988 par des essais pratiques et au banc d'essais. La puissance et la consommation de trois tracteurs ont été vérifiées sur notre propre banc d'essais, puis les émissions ont été mesurées à l'EMPA.

– **SAME Explorer 65**, moteur atmosphérique à 4 cylindres à aspiration refroidi par air, 3,6 litres de cylindrée, injection directe, puissance nominale de 48 kW à 2350 t/min.

– **STEYR 8055**, moteur atmosphérique à 3 cylindres à aspiration, refroidi



Bien que les tracteurs ne tombent pas sous le coup de l'ordonnance sur les émissions de gaz d'échappement des voitures automobiles lourdes (OEV 2) et que le test à 13 modes ne soit pas tout à fait approprié, celui-ci a cependant été appliqué aux tracteurs fonctionnant à l'EMC et au diesel traditionnel, ceci à des fins de comparaison. (Fotos et figures: FAT)



par eau 2,6 litres de cylindrée, injection directe, puissance nominale de 35 kW à 2400 t/min.

– **JOHN DEERE 2250**, moteur atmosphérique à 4 cylindres à aspiration refroidi par eau, 3,9 litres de cylindrée, injection directe, puissance nominale 46 kW à 2300 t/min.

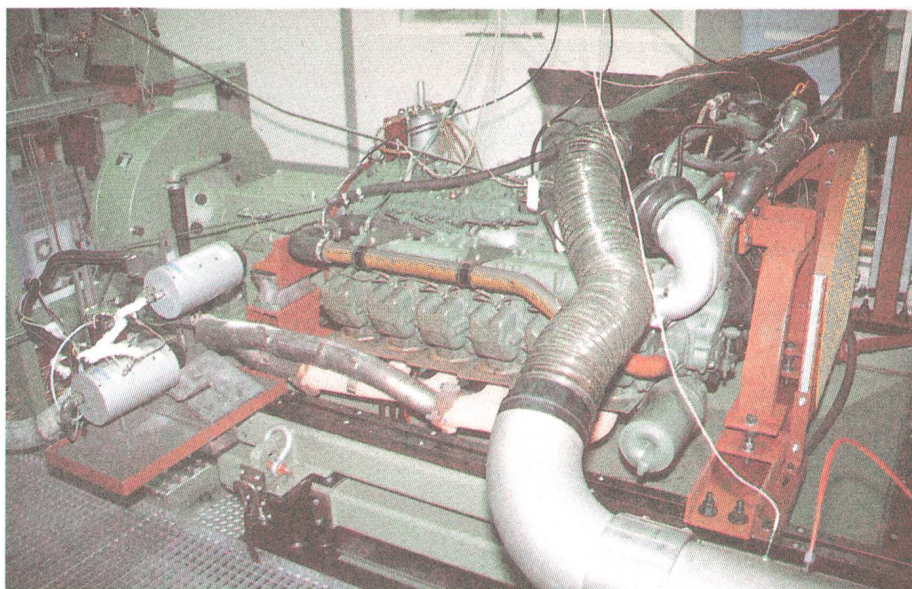
Les résultats obtenus se sont avérés très positifs, raison pour laquelle l'idée d'alimenter à titre d'essai des bus des transports publics urbains a vu le jour. La FAT a trouvé les transports publics de la ville de Zurich comme partenaire. L'essai a donc été entrepris avec 5 bus Mercedes neufs. En premier lieu, un moteur a été utilisé par l'EMPA, Dübendorf, pour l'essai préalable de différents carburants.

– **Moteur atmosphérique MERCEDES-BENZ OM 447 h II**, 6 cylindres à plat, refroidi par eau, 12 litres de cylindrée, injection directe, puissance nominale de 184 kW à 2200 t/min.

## Mesures à pleine charge

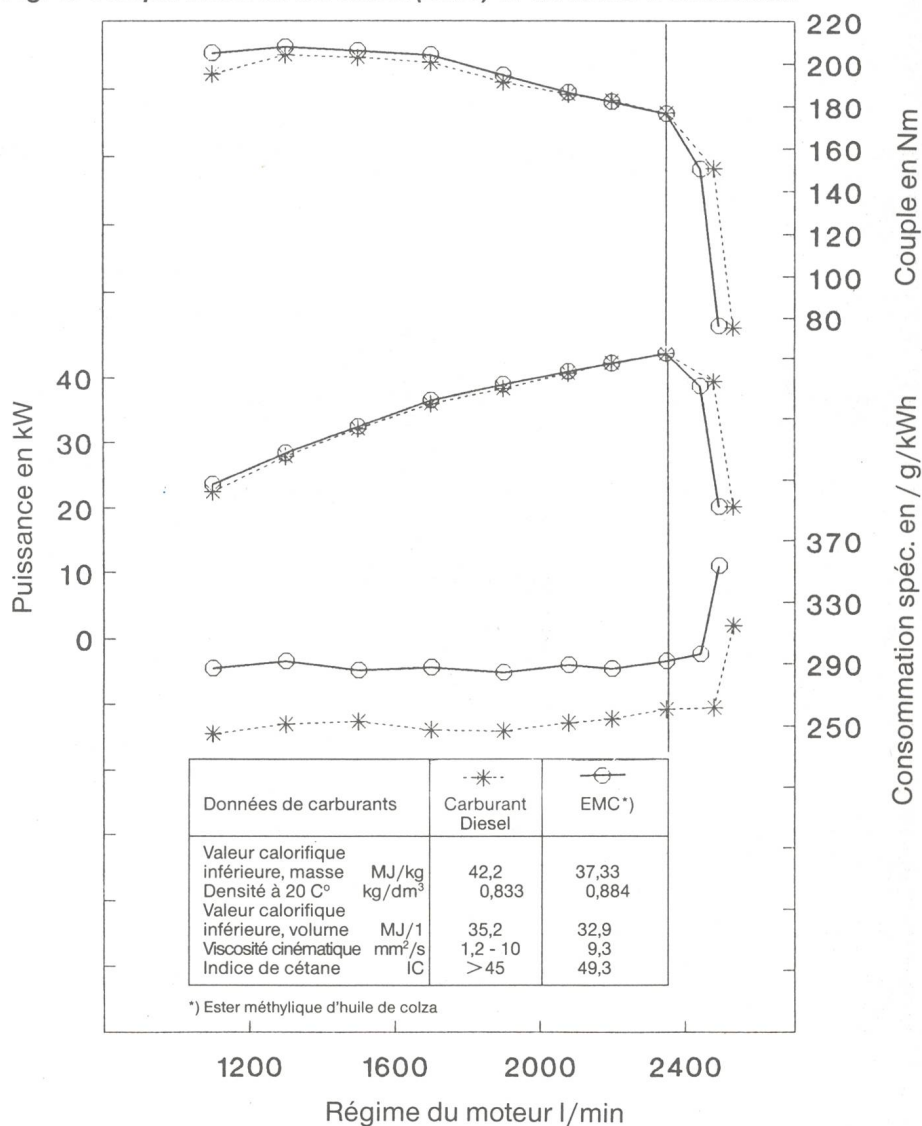
Tous les moteurs ont été alimentés sans réglage préalable par du carburant diesel et biodiesel. En matière de puissance, un comportement identique a été constaté à chaque fois (comme celui du Same à la figure 1 par exemple). En effet, pratiquement la même puissance est obtenue avec les 2 carburants (aucune différence significative). Le Steyr développe 3% de puissance nominale en plus et le Mercedes 3% en moins avec l'EMC.

Les courbes de consommation spécifiques se révèlent pratiquement parallèles, quel que soit le régime du moteur, la consommation de biodiesel étant d'environ 12-15% supérieure pour tous les moteurs. Cela n'est pas étonnant, la valeur calorifique (c'est-à-dire la quantité d'énergie contenue dans un kilo de carburant) du biodiesel étant inférieure de 13% à celle du diesel traditionnel. Une quantité supérieure de biodiesel est donc nécessaire pour la même performance. Pourquoi – et cela est étonnant par contre – le moteur obtient-il cette quantité supplémentaire sans modification de l'injection? Cela s'explique d'une part en raison de la densité supérieure du biodiesel de quelque 7%. D'autre part, la viscosité plus élevée du biodiesel implique une cohésion supérieure, ce qui provoque une augmentation de la



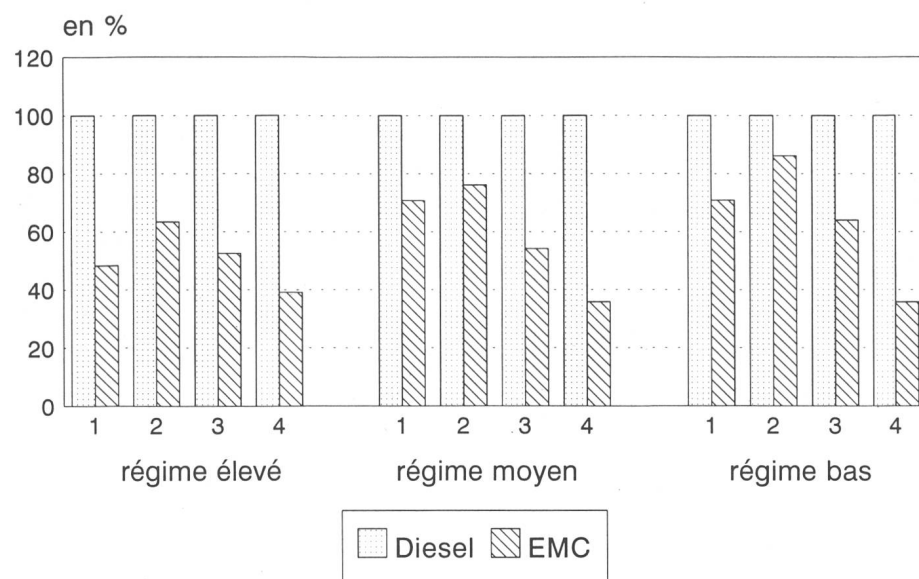
Mesures effectuées au banc d'essai sur le moteur du bus Mercedes avec différents systèmes de traitement des gaz d'échappement. Les résultats confirment une composition en particules du biodiesel toute autre. En raison de la teneur en fumée inférieure, de l'accroissement de la part de particules solubles et de l'absence de soufre, le biodiesel se révèle particulièrement bien adapté à l'utilisation d'un catalyseur.

Fig. 1: Comparaison du biodiesel (EMC) et du diesel traditionnel.



**Fig. 2: Mesure des émissions de fumée à pleine charge selon l'OCE.**

1 = Same, 2 = Steyr, 3 = J. Deere, 4 = Mercedes



pression dans la pompe d'injection et une quantité volumétrique injectée plus importante. La différence restante entre 12% de consommation en plus, particulièrement à régime 3 élevé, et 13% de différence de valeur calorifique indique finalement un rendement légèrement meilleur du biodiesel.

## Emissions de fumée

La fumée noire émise par les échappements des moteurs diesel constitue le principal défaut. De nombreux efforts sont consentis pour les réduire, particulièrement dans le cas des autobus. Du côté de la législation également, les limites deviennent toujours plus sévères. C'est pourquoi les résultats du biodiesel dans ce domaine sont particulièrement intéressants. Les mesures des émissions de fumée ont été réalisées à pleine charge et à trois régimes différents selon les prescriptions de l'ordonnance sur la construction et l'équipement des véhicules routiers (OCE). Le tableau 2 exprime les valeurs du biodiesel proportionnellement au diesel traditionnel. Cette représentation indique très clairement à quel point l'amélioration que le biodiesel apporte en matière d'émissions de fumée est importante. En effet, elle passe de 14% au minimum pour le Steyr à 65% au maximum pour le Mercedes. En moyenne, un moteur actionné à l'EMC

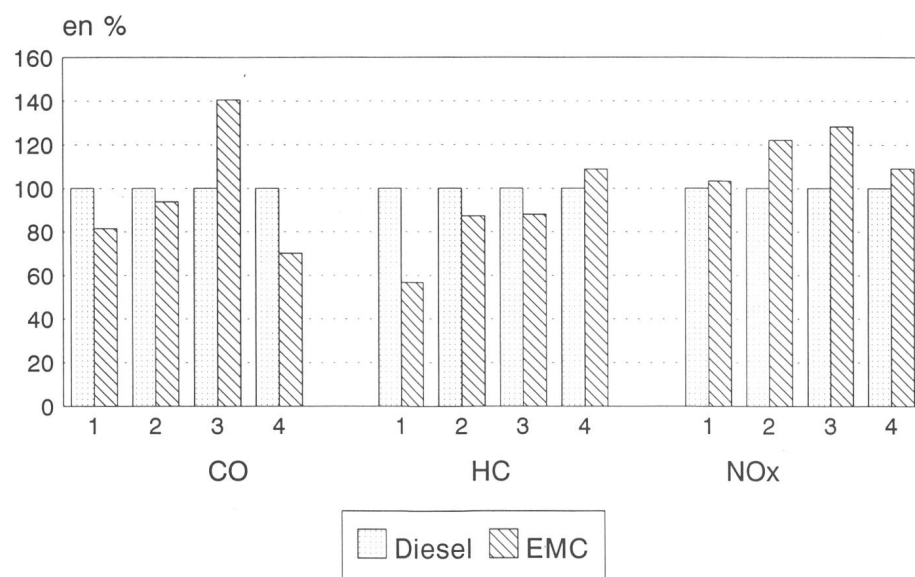
produit une quantité de fumée de moitié inférieure à un moteur fonctionnant au diesel traditionnel. En valeur absolue, les résultats obtenus sont également remarquables. Dans le cas du John Deere par exemple, la teneur des fumées se situe entre 0,5 et 0,8 Bosch. Les valeurs limites autorisées par la législation sont «utilisées» dans ce cas à raison de 12-18% seulement. Le moteur Mercedes, quant à lui, obtient des valeurs de 28-32% alors que le Same et le Steyr réalisent respectivement 36-82% et 56-89%.

## Emissions gazeuses

Les moteurs diesel actionnant des véhicules d'un poids supérieur à 3,5 t sont contrôlés au moyen du test à 13 modes stationnaire prévu dans l'ordonnance sur les émissions de gaz d'échappement des voitures automobiles lourdes (OEV 2). Pour les bus Mercedes, le procédé était clair: un moteur a été démonté et testé sur le banc d'essais de l'EMPA conformément aux prescriptions. Par contre, les tracteurs répondant à un tout autre cahier des charges et ne tombant pas sous le coup de ces dispositions légales, la question de l'opportunité de ce test se posait. Le test à 13 modes a cependant été réalisé avec 3 tracteurs. La puissance, mesurée à la prise de force, implique que seules les différences relatives entre l'EMC et le diesel doivent être considérées. En effet, la valeur absolue se réfère à la puissance et celle-ci est inférieure mesurée à la prise de force. Le tableau 3 reflète les mesures de monoxyde de carbone (CO), d'hydroxyde de carbone (HC) et d'oxyde d'azote (NOx) en représentation relative. Les résultats ne peuvent pas être jugés ici aussi positivement à l'avantage du biodiesel que précédemment. L'influence de la construction du moteur et de son réglage quant aux gaz d'échappement est donc plus déterminante que le type de carburant. Davantage que la valeur CO élevée du John Deere, l'émission de HC supérieure de 8,8% du moteur

**Fig. 3: Emissions gazeuses selon le test à 13 modes.**

1 = Same, 2 = Steyr, 3 = J. Deere, 4 = Mercedes





Mercedes paraît étonnante. La très faible valeur absolue de 0,62 g/kWh, qui se situe à peine à 30% de la valeur limite autorisée, relativise ce résultat. Le biodiesel dégage malheureusement davantage d'oxyde d'azote. Une possibilité de réduire les divers composants de ces émissions a été définie pour le moteur Mercedes. En modifiant l'avance à l'injection l'angle du vilebrequin passant de 14° à 11° par rapport au point mort haut (PMH), les émissions de NOx ont pu être réduite de 26,7%. Par contre, la valeur-HC et la consommation ont augmenté de respectivement 11% et 1,7%.

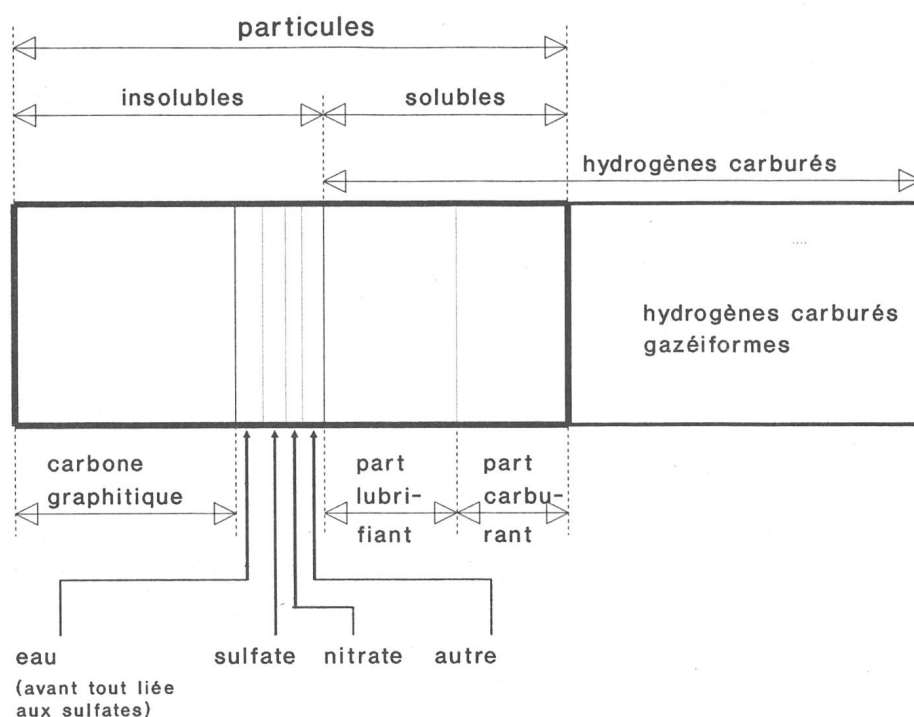
## Emissions de particules

Cette désignation est quelque peu imprécise. Il s'agit plus précisément de tous les éléments qui peuvent être retenus et pesés à 52°C au moyen d'un filtre déterminé, donc également des gouttelettes de liquide. Comme le montre le tableau 4, on différencie les particules solubles et les particules insolubles. Les particules insolubles sont principalement constituées de carbone graphitique, ce qui est visible et mesurable en tant que fumée noire. Les particules solubles se composent essentiellement d'hydrocarbures imbrûlés qui se décomposent aisément dans le catalyseur.

Les premières mesures de particules du moteur Mercedes ont tout d'abord surpris car des valeurs identiques ont été obtenues tant pour le biodiesel que pour le diesel traditionnel, ceci bien que la teneur en fumée soit inférieure de moitié pour le premier nommé. Les particules sont cependant plus que de la simple fumée! Il a pu être démontré que la composition des particules du biodiesel diffère fortement de celle du diesel traditionnel. Cette démonstration a été rendue possible par l'utilisation d'un système de filtre «Russ», qui retiennent les particules insolubles et d'un catalyseur, qui capte principalement les particules solubles. L'analyse des particules a révélé environ 10-15% d'éléments organiques solubles dans le cas du diesel traditionnel alors que cette proportion s'est élevée à 60-70% pour le biodiesel. Le thème des futures recherches est ainsi donné: le catalyseur diesel.

A l'intérieur du catalyseur, l'oxyde de

**Fig. 4: Composition des particules.**

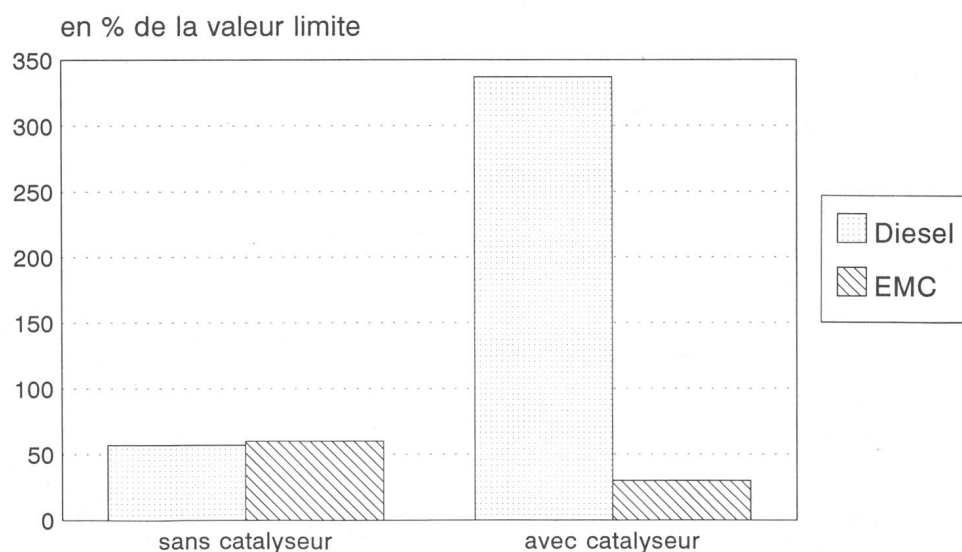


carbone et l'hydroxyde de carbone se transforment chimiquement par contact avec un revêtement de platine. Il s'agit d'une oxydation qui n'abîme pas ce revêtement. Ce processus se déroule dans le cas du soufre, mais alors avec des effets négatifs car le sulfate et l'acide sulfurique qui en résultent augmentent fortement la masse des particules.

La conséquence de ces résultats est évidente: la mise en œuvre de catalyseur pour l'EMC s'impose. D'une part

le biodiesel ne contient pas de soufre nocif et, d'autre part, les particules qu'il engendre sont essentiellement solubles. La figure 5 démontre l'effet d'un catalyseur. Alors qu'à l'origine la quantité de particules se révèle presque équivalente, cette valeur relative augmente d'environ 6 fois pour le diesel traditionnel mais diminue de moitié dans le cas du biodiesel. De plus, l'utilisation du catalyseur entraîne une réduction des émissions de CO et de HC de respectivement 80% et 70%. Les

**Fig. 5: Emission de particules avec et sans catalyseur.**



oxydes d'azote ne peuvent cependant pas être réduits par ce type de catalyseurs.

burants liquides a été définitivement mise sur le tapis. «Elle n'a depuis jamais été mise en veilleuse, a pris de

plus en plus d'ampleur et se trouve aujourd'hui au centre des préoccupations». En 1992 également!

### A cela vient s'ajouter

L'utilisation de catalyseur en combinaison avec les moteurs alimentés au biodiesel s'avère tout à fait recommandée. Cela réduit de moitié la quantité de fumée noire et de particules sans effet néfaste sur les émissions et des deux tiers les émissions de monoxyde de carbone et d'hydrocarbures.

Entre-temps, les VBZ ont mis 5 bus fonctionnant au biodiesel en circulation. Les réactions ne se sont pas fait attendre. L'odeur insistante et tenace qui se dégage a suscité de nombreuses protestations. Comme cette odeur provient d'hydrocarbures imbrûlés, on devrait pouvoir remédier à ces désagréments avec un catalyseur. En effet, un essai effectué depuis lors a démontré qu'elle disparaissait presque intégralement! **L'utilisation d'un catalyseur pour les véhicules des transports publics urbains actionnés au biodiesel n'est pas seulement une recommandation mais une véritable nécessité.**

Dans son livre rétrospectif (1913), Rudolf Diesel conclut la description d'un essai de carburants très complet par la constatation que la question des car-

### Le catalyseur

Un catalyseur, selon la définition générale, est une substance qui facilite, respectivement accélère une réaction chimique sans être elle-même utilisée. Un catalyseur à gaz d'échappement destiné aux véhicules motorisés comprend tout le système, soit l'enveloppe métallique, le corps anti-vibrations en céramique ou acier fin et le revêtement catalytique proprement dit. La partie essentielle est bien évidemment ce revêtement qui se compose, selon le concept, des métaux nobles Platine (Pt), Rhodium (Rh) ou Palladium (Pd). Le besoin en métaux nobles est actuellement limité à moins d'un gramme par catalyseur.

Dans le cas des moteurs diesel, le catalyseur à oxydation est utilisé. Grâce à la présence continue d'un surplus d'air dans les gaz d'échappement de ce type de moteur, le monoxyde de carbone (CO) et les hydrocarbures (HC) se transforment en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et en vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O), ceci pour autant que la température minimale de fonctionnement de 250 °C soit atteinte. L'oxyde d'azote n'est pourtant pas réduit, une insuffisance d'air étant nécessaire pour cela. Dans le cas des moteurs à essence, une telle réaction s'avère possible. Le mélange air-carburant est alors réglé à l'aide d'une sonde Lambda au rapport stœchiométrique exact ( $\lambda$ ;1), de manière à ce que les 3 composants des gaz d'échappement puissent réagir dans le catalyseur à 3 voies.

Un des problèmes des catalyseurs pour moteurs diesel résulte de la présence de soufre dans le carburant. Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) produit lors de la combustion s'oxyde en SO<sub>3</sub> dans le catalyseur et se transforme ensuite en acide sulfurique bien malvenu en présence de vapeur d'eau. Lors du test des gaz d'échappement, cet acide se concrétise sous la forme de particules. C'est pourquoi d'importants efforts sont actuellement consentis en vue de réduire la teneur en soufre du diesel.

### Nouveau bobinage de moteurs électriques

Achat, vente troc, réparations.

ERAG, E. Rüst, 9212 Arnegg, tél. 071 85 91 12

### Doseur d'humidité multigrain



#### DICKEY-john GMT

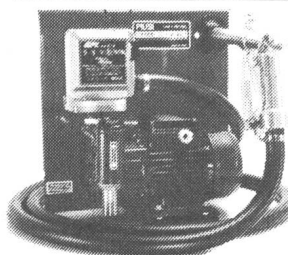
- utilisation simple
- indication directe
- étalonnage à l'appareil de votre org. stockeur
- programmer 12 graines
- prix: Fr. 680.-
- coffre de protect. obten.

8477 Oberstammheim

AGROELEC SA

Tél. 054-45 14 77

### Pompe à mazout Piusi



- 80 l/min - 220 V Fr. 650.-
- 80 l/min - 12/24 V Fr. 880.-
- Compteur Fr. 425.-
- Compteur + filtre Fr. 485.-
- Pistolet automatique Fr. 175.-

Construction mécanique - Agence MB-TRAC

Atelier mécanique  
**agni**  
 Dominique Cornu  
 1411 Chanéaz  
 Tél. 024-33 11 24  
**cor**