Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses

Band: 115 (1989)

Heft: 21

Artikel: Fumigation d'essence à l'air aspiré: réduire les émissions d'un moteur Diesel

Autor: Kouremenos, D.A. / Rakopoulos, C.D. / Kotsiopoulos, P.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-76992

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: 07.08.2025

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

Fumigation d'essence à l'air aspiré

Réduire les émissions d'un moteur Diesel

PAR D. A. KOUREMENOS, C. D. RAKOPOULOS, P. KOTSIOPOULOS, ET D. HOUNTALAS, ATHÈNES

Abstract

The present work describes an experimental investigation, where petrol is added to the intake air of a swirl chamber, single cylinder, four-stroke, diesel engine. The influence of fuel feed ratios, petrol/diesel fuel, at various loads, on power, fuel consumption, pressure levels, exhaust smoke and exhaust gas emissions (nitrogen oxides, hydrocarbons and carbon monoxide) is investigated, considering the single diesel fuel operation as the baseline. The study shows that above ~70% of maximum load there is a small specific fuel consumption decrease, a corresponding drop in exhaust temperature, a pressure level increase and a high reduction of exhaust smoke. The examination of gaseous pollutant levels shows an involved relation with respect to load and fuel proportions, but in any case the difference from the single diesel fuel operation is relatively moderate. This method shows great prospects for the reduction of smoke from automotive diesel engines, without adversely affecting the other gaseous pollutant levels, for which the limits of legislation are becoming every day stricter.

1. Introduction

Le moteur Diesel à injection indirecte, c'est-à-dire un moteur Diesel soit à préchambre soit à chambre de turbulence, a naturellement un niveau d'émission des gaz d'échappement plus bas que le moteur à injection directe [1] [2] [3][1]. Mais les moteurs Diesel, avec leurs émissions de fumée, n'ont de toute façon pas bonne réputation [3], étant donné principalement les propriétés néfastes de cette fumée, en particulier lorsqu'elle est concentrée dans des villes à forte population. Sur ce point, un combustible auxiliaire ajouté à l'air d'admission des moteurs Diesel (fumigation) amène une nette amélioration, spécialement en ce qui concerne la réduction de la fumée et du bruit. On trouvera la publication de ces résultats dans [4] [5] [6] [7] [8].

La fumigation consiste à introduire le combustible auxiliaire dans la tubulure d'admission, sous forme gazeuse ou sous la forme d'un mince jet pulvérisé, tandis que le reste (le combustible principal) est injecté dans le cylindre de façon traditionnelle, au moyen du système d'injection à haute pression. Cette méthode se distingue du «diesel-fuel» classique (ou «injection pilote») par le fait que le gazole y reste le combustible principal y compris au moment de l'allumage, le combustible auxiliaire s'ajoutant en petites quantités à l'air aspiré.

Plusieurs publications [9] [10] [11] [12] exposent des méthodes générales - notamment pour l'introduction de GPL (gaz de pétrole liquéfié) comme combustible auxiliaire - pour réduire la fumée et les autres émissions d'un moteur Diesel. Les auteurs de cet article se sont livrés à quelques recherches [13] [14] [15] pour étudier l'influence de l'addition de GPL sur les émissions des gaz d'échappement (CO, HC, NO_x). Il y a peu de littérature en revanche en ce qui concerne l'addition d'essence et d'autres produits légers de la distillation du pétrole, mis à part quelques résultats préliminaires publiés par ces mêmes auteurs [16] [17]. Comblant ce vide, le présent travail décrit quelques résultats d'expérience portant sur l'influence, pour des charges variées, des taux d'alimentation en essence commerciale sur la teneur des gaz d'échappement en suie, sur la consommation de combustible, sur le niveau des polluants gazeux et sur le niveau de pression pour un moteur expérimental Ricardo E-6 [18], monocylindre à 4 temps et à chambre de turbulence (comme c'est le cas de la majorité des véhicules de petite taille propulsés par moteur Diesel), équipé de son carburateur standard (quand on l'utilise comme moteur Otto) pour la fumigation (carburation) de l'essence. Ce travail représente la continuation d'un vaste programme de recherches pour trouver comment réduire la pollution provoquée par les moteurs des véhicules dans la grande région d'Athènes [19].

Résumé

Le présent travail décrit une expérimentation durant laquelle de l'essence a été injectée dans la tubulure d'admission d'un moteur Diesel monocylindre à quatre temps et chambre de turbulence. L'influence du rapport essence/gazole, à différents régimes de charge, sur la puissance, la consommation de combustible, le niveau de pression et l'émission de fumée, d'oxydes d'azote, d'hydrocarbures et de monoxyde de carbone a été étudiée, en la comparant avec les conditions de fonctionnement au gazole uniquement. L'étude montre que, à des régimes de charge supérieurs à quelque 70% du plein régime, il y a une petite baisse de la consommation spécifique, accompagnée d'une baisse de la température des gaz d'échappement, ainsi qu'une augmentation du niveau de pression et une large réduction de l'émission des fumées. L'examen des niveaux de polluants gazeux montre que ces niveaux dépendent nettement des conditions de charge et des proportions du mélange des deux combustibles. Mais la différence par rapport au cas de fonctionnement avec uniquement du gazole est faible. Cette méthode ouvre des perspectives prometteuses pour la réduction de fumée sur des véhicules équipés d'un moteur Diesel, sans pour autant se répercuter négativement sur les autres polluants gazeux (NO_x, HC, CO) pour lesquels la législation impose chaque jour des limites de plus en plus strictes.

Kurzfassung

Die vorliegende Arbeit beschreibt ein Experiment, bei dem Benzin in das Zuleitungsrohr eines einzylindrigen Viertakt-Dieselmotors mit Turbulenzkammer eingespritzt wurde. Der Einfluss des Verhältnisses Benzin zu Dieselöl, in verschiedenen Lastbereichen, sowohl auf die Leistung und auf den Brennstoffverbrauch als auch auf das Druckniveau und auf die Emissionen von Rauch, Stickoxiden, Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid ist untersucht worden. Ein Vergleich zu der Betriebsweise mit reinem Dieselöl ist vorgenommen worden. Die Untersuchung hat gezeigt, dass in Lastbereichen oberhalb von ~70% der Vollast, eine kleine Abnahme des spezifischen Verbrauchs, begleitet von einer Temperaturabnahme der Abgase sowie eine Erhöhung des Druckniveaus und eine starke Abnahme der Rauchemissionen auftreten. Eine Analyse der gasförmigen Schadstoffe zeigt, dass diese vom Lastbereich und vom Mischungsverhältnis der beiden Brennstoffe abhängen. Weiterhin ist deutlich geworden, dass der Unterschied zu dem Betriebsfall mit reinem Dieselöl nur gering ist. Diese Methode zeigt grosse Perspektiven für die Verringerung des Russes von Dieselautomotoren, ohne dagegen die anderen gasförmigen Schadstoffe zu beeinflussen, für die die Grenzen der Gesetzgebung jeden Tag strikter werden.

2. Description de l'installation expérimentale

Sur un moteur expérimental monocylindre de type Ricardo E-6, on a installé des dispositifs permettant de contrôler les variables du moteur: vitesse de rotation du moteur, températures de l'eau et de l'huile de graissage, débits

[1] Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article.

des combustibles (gazole et essence), débit de l'air, etc. Ce moteur, de construction robuste pouvant subir un traitement sévère pour ce qui est du niveau de pression, de la teneur en suie, des gaz d'échappement, etc., est un moteur Diesel à 4 temps, à aspiration naturelle, avec chambre de combustion de turbulence Comète MKV. L'alésage du moteur est de 3 in (76,2 mm) et la course de 4 3/8 in (111,1 mm).

Le dispositif d'analyse des gaz d'échappement consiste en un groupe d'analyseurs pour mesurer l'émission de fumée, d'oxydes d'azote, d'hydrocarbures, de monoxyde de carbone et de dioxyde de carbone dans les gaz d'échappement. Un enregistreur de suie Bosch EFAW 65 a été utilisé pour mesurer les niveaux de fumée dans les gaz d'échappement.

3. Procédure expérimentale

Le taux de compression a été fixé à 20,5. Le calage statique d'injection était gardé constant à 38° avant le PMH (point mort haut), lequel en moyenne donne les meilleures performances au-dessus de la vitesse qui nous intéresse. Pour avoir des résultats comparables, on a gardé constantes, pour toutes les mesures, la température de l'air d'admission, à 23°C (à ±1°C), celle de l'huile de graissage, à 65°C (à ±1°C), enfin celle de l'eau à la sortie, à 67°C (à ±1°C).

Le travail expérimental comprenait deux étapes principalement:

- investigation préliminaire avec moteur fonctionnant au gazole seulement, à charges variées et à 3 vitesses (1500, 2000, 2500 tr/min), pour déterminer les caractéristiques de fonctionnement du moteur et les niveaux des polluants dans les gaz d'échappement;
- répétition de l'étape ci-dessus, en gardant les mêmes vitesses, mais avec moteur alimenté en gazole en quantités réduites (avec le réajustement nécessaire de la crémaillère de pompe) et essence introduite par le carburateur à des quantités prédéterminées dans la tubulure d'admission, avec l'air aspiré.

Tous les réglages ont été faits à la main.

Durant les tests, les paramètres significatifs suivants ont été mesurés:

- consommation des combustibles (gazole et essence)
- puissance (pression moyenne effective $\overline{P_e}$)
- pression de combustion
- température des gaz d'échappement
- teneur en suie des gaz d'échappement
- concentration en CO, HC, NO_x dans les gaz d'échappement.

4. Résultats expérimentaux – Discussion

Nous présentons ci-après des résultats pour l'isovitesse 1500 tr/min uniquement. Les résultats étant analogues [16] [17] pour les autres vitesses (2000, 2500 tr/min), la discussion qui suit vaut pour tous les résultats.

Paramètres utilisés:

α: proportion en masse d'essence (dans le combustible total)

β: proportion initiale de gazole, qui est le rapport de la masse initiale du gazole injecté en plus à la masse d'essence, pour une référence correspondant à un point de fonctionnement à $\overline{P_e} = 6{,}9$ bar (pression moyenne effective)

$\dot{b}_e$: consommation spécifique de combustible

ϕ: richesse, concernant la masse d'essence uniquement.

La figure 1 montre la puissance effective N_e en fonction de la consommation de combustible total $\dot{b}$ pour le fonctionnement au gazole uniquement et pour le fonctionnement sous gazole et essence (deux combustibles) pour différentes valeurs du paramètre β. Il a été observé que les courbes correspondant au fonctionnement avec le combustible mixte se trouvent dans tous les cas au-dessus de celles correspondant au fonctionnement avec du gazole pur.

La figure 2 indique la consommation spécifique du combustible $\dot{b}_e$ en fonction de la charge $\overline{P_e}$ pour le fonctionnement au gazole uniquement et pour le fonctionnement au gazole et essence (deux combustibles), pour différentes valeurs du paramètre β. On observe que les courbes correspondant au fonctionnement avec deux combustibles se trouvent un peu au-dessous de celle correspondant au fonctionnement sous l'huile diesel (les minima étant déplacés à droite).

La figure 3 donne la pression moyenne effective $\overline{P_e}$ en fonction du paramètre ϕ pour toutes les valeurs du paramètre β. Une corrélation linéaire existe dans tous les cas [16], les droites de corrélation apparaissant comme un faisceau de droites parallèles. Pour des valeurs de β plus élevées, la pente diminue progressivement. Sur ce diagramme, les courbes correspondant à des valeurs constantes de la pression maximale P_{max} sont présentées par des lignes pointillées, comme le fait apparaître le système transducteur piézoélectrique/oscillographe/caméra.

On observe que les valeurs de P_{max} et de $[dP/d\varphi]_{max}$ augmentent, quand ϕ (et conséquemment α) augmente. Il faut relever que non seulement la valeur de P_{max}, mais aussi la valeur maximale de la montée en pression $[dP/d\varphi]$ – où φ est l'angle de vilebrequin –, doit être considérée en ce qui concerne la résistance mécanique du moteur. Les valeurs de $[dP/d\varphi]$ augmentent rapidement pour des valeurs de α supérieures à 15%. Cette détonation du type diesel [11] peut être tolérée dans la plupart des

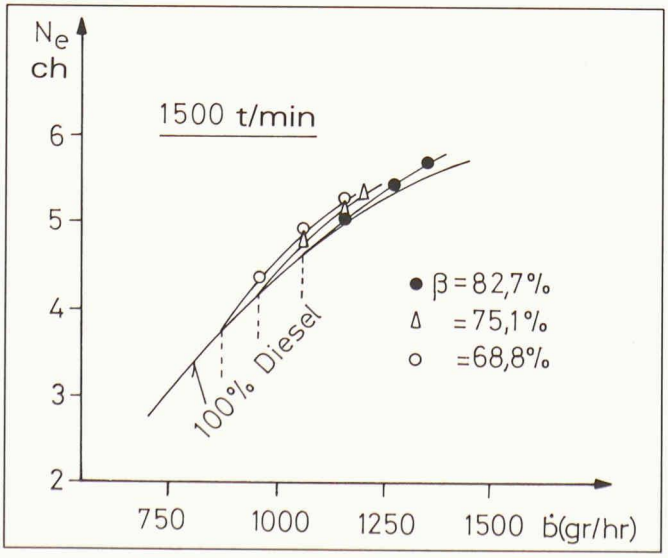

Fig. 1. – Puissance effective en fonction de la consommation.

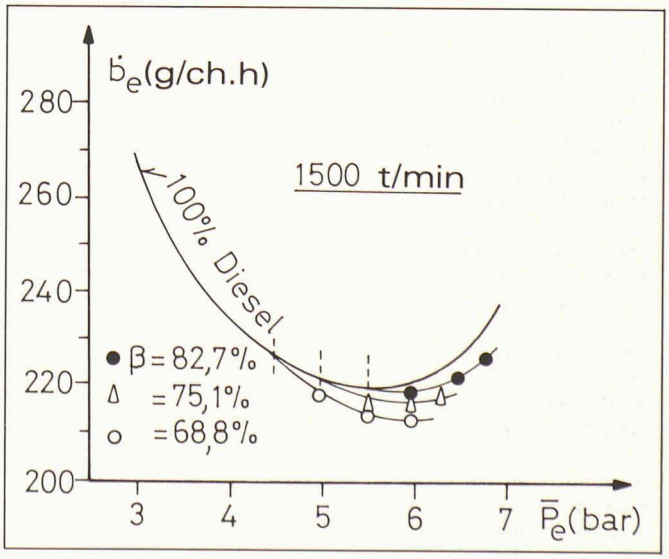

Fig. 2. – Consommation spécifique en fonction de la charge.

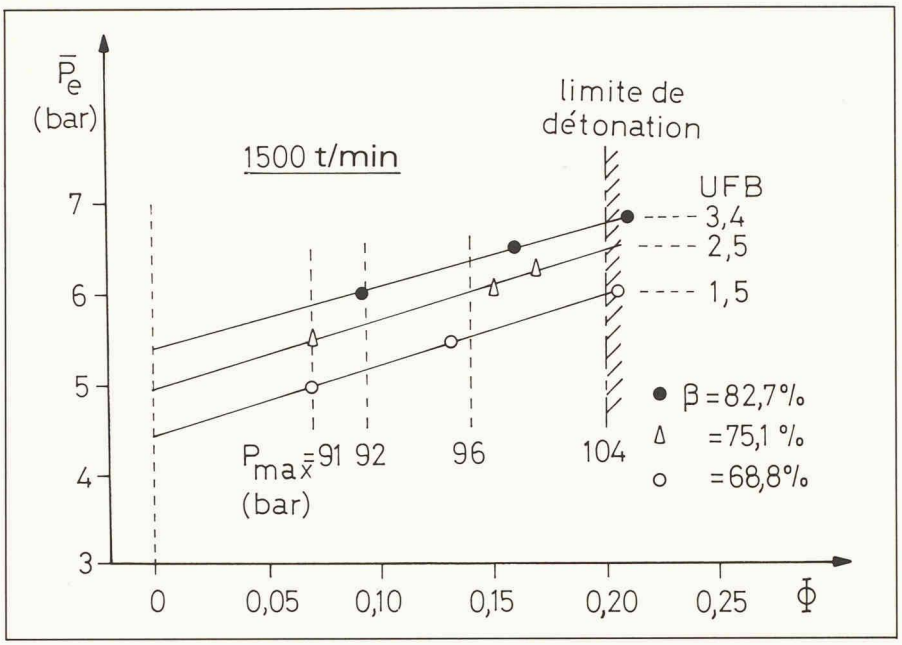

Fig. 3. – Charge en fonction de la richesse d'essence.

moteurs de ces dimensions (petites) qui font l'objet du présent travail, parce que le facteur limitatif est, ici, la fumée dans les gaz d'échappement. Sur la même figure 3, la limite de la détonation du type cliquetis [15] est indiquée, telle que la révèlent un niveau de bruit important et des vibrations qui apparaissent sur la partie du diagramme de l'indicateur correspondant à la phase de combustion et à celle de la détente.

On peut démontrer [16] que la richesse ϕ (fondée sur la masse d'essence seulement) de ~0,2 est très proche de la limite d'inflammation spontanée de l'essence dans les conditions de fonctionnement du moteur. Cela est confirmé par les rapports mesurés de l'essence et de l'air indiqués sur la ligne «de la limite de détonation» montrée sur la figure 3.

La figure 4 indique les variations de la température des gaz d'échappement T_e en fonction de $\overline{P}_e$. Comme on peut le constater, il y a toujours une baisse importante de la température du gaz d'échappement lorsque le moteur fonctionne avec deux combustibles, contrairement à ce qui se passe lors du fonctionnement au gazole uniquement. Cela est dû à une détente plus parfaite, expliquant notamment la consommation spécifique du combustible observée (rendement thermique plus élevé) et trouvée précédemment.

La figure 5 indique la teneur en fumée des gaz d'échappement, en unités de fumée Bosch [UFB], en fonction de la charge $\overline{P}_e$ pour le fonctionnement au gazole seul et pour le fonctionnement au gazole et à l'essence (deux combustibles) et cela pour différentes valeurs du paramètre β. Il est à noter que les courbes correspondant au fonctionnement «gazole et essence» se trouvent bien au-dessous de celle «gazole seul».

La figure 6 indique l'influence de l'addition d'essence sur les oxydes d'azote. On peut constater que les courbes de «gazole et essence» se situent un peu au-dessus de la courbe de «gazole seul».

La figure 7 indique l'influence de l'addition d'essence sur l'émission des hydrocarbures. On peut observer que les courbes correspondant au combustible mixte se situent toujours au-dessus de celle de gazole pur, pour toutes les valeurs de β, la situation s'aggravant, c'est-à-dire que pour une même charge de HC on obtient une concentration plus élevée (équivalent propane), dès que β croît. Cela s'explique par le fait que, pour une même charge, la proportion en masse d'essence augmente (voir les courbes $\alpha = cte$ dessinées en pointillés) pour les valeurs plus petites de β.

La figure 8 indique l'influence de l'addition d'essence sur le monoxyde de carbone. Pour toutes les valeurs de β, les points s'alignent sur une droite, se situant au-dessus de la courbe correspondant au gazole pur. Sur la même figure, les courbes de la valeur constante de α sont indiquées par des lignes pointillées.

Comme indiqué dans [16] [17], on obtient la plus grande amélioration des performances, en ce qui concerne la consommation de combustible et l'émission de suie, avec une légère différence des polluants gazeux, pour des valeurs de $\beta > 65\%$. Pour des valeurs plus faibles de β, les performances se détériorent rapidement.

5. Conclusions

A partir des données expérimentales exposées au chapitre précédent, on en arrive aux conclusions suivantes, avec pour hypothèse que $\beta > \sim 70\%$:

- La consommation de combustible,

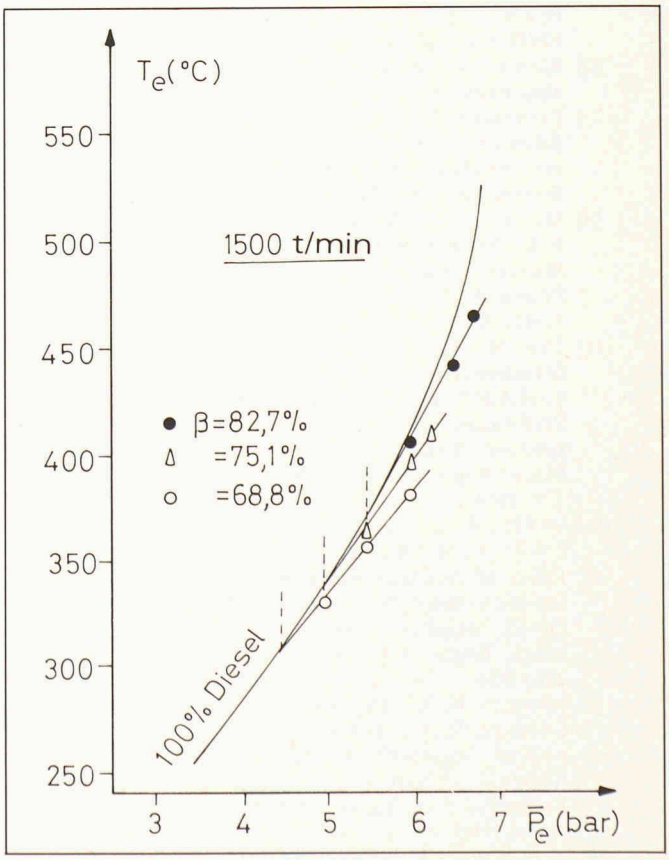

Fig. 4. – Température des gaz d'échappement en fonction de la charge.

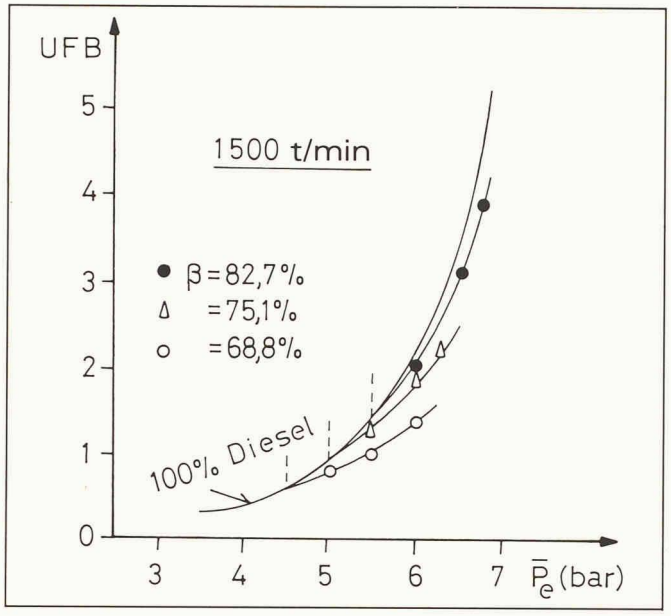

Fig. 5. – Unités de fumée Bosch en fonction de la charge.

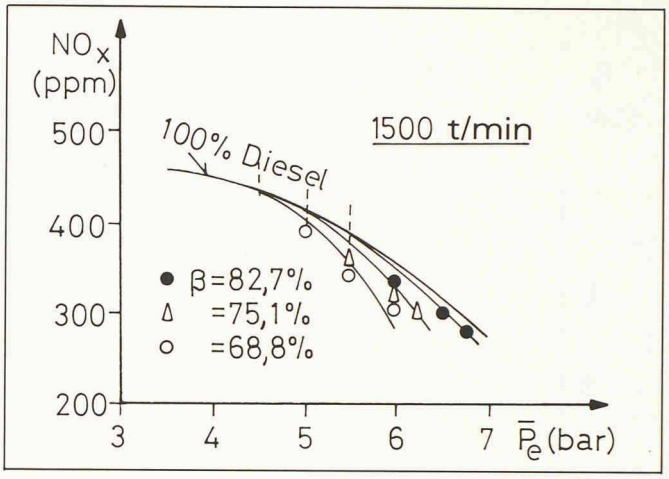

Fig. 6. – Oxydes d'azote en fonction de la charge.

pour le fonctionnement avec gazole et essence (deux combustibles) est réduite de près de 5%.

- La suralimentation du moteur est possible, mais il faut en général l'éviter en raison des pressions de combustion élevées, spécialement avec $\alpha > 15\%$.
- Dans le fonctionnement avec deux combustibles, les températures des gaz d'échappement sont plus basses, comparées à celles du fonctionnement avec gazole uniquement.
- Les niveaux de fumée (évalués suivant la méthode Bosch) sont réduits de 20 à 40% selon la charge.
- Les pressions de la combustion et les gradients de la pression sont fortement augmentés (détonation du type diesel quand $\alpha > \sim 10\%$).
- Quand $\alpha > \sim 20\%$, c'est la détonation du type cliquetis qui commence.

La conclusion générale de l'étude, sur ce type de moteur, est qu'elle montre des résultats encourageants en ce qui concerne les performances et l'émission des polluants. Reste à résoudre le

Bibliographie

[1] Kahn, I. M.; Wright, M. J.: «Exhaust Emissions Fuel Economy and Noise of Automobiles Powered by Diesel Engines», FISITA Congress, 1976.

[2] Roudil, R.: *Moteurs Diesel*, Dunod, Paris, 1970.

[3] Patterson, D. J.; Henein, N. A.: *Emissions from Combustion Engines and their Control*, Ann Arbor Science Publ. Inc., Michigan, 1972.

[4] McLaughlin, E. J.; Pinotti, P. L.; Sigworth, H. W.: «Power Booster Fuels for Diesel Engines», *SAE Journal*, Vol. 60, 42-45, 1952.

[5] Lyn, W. T.: «An Experimental Investigation into the Effect of Fuel Addition to Intake Air on the Performance of a Compression-Ignition Engine», Proc. Inst. Mech. Engrs., Vol. 168 (9), 265-279, 1954.

[6] Derry, L. D.; Dodds, E. M.; Evans, E. B.; Royle, D.: «The Effect of Auxiliary Fuels on the Smoke Limited Power Output of Diesel Engines», Proc., Inst. Mech. Engrs., Vol. 168 (9), 280-286, 1954.

[7] Arnold, W. C.; Beadle, R. H.; Logelin, R. L.; Young, H. D.: «Bifuel Approach to Burning Residual Fuels in Diesel Engines», *SAE Trans.*, Vol. 66, 54-64, 1958.

[8] Alperstein, M.; Swim, W. B.; Schweitzer, P. H.: «Fumigation Kills Smoke and Improves Diesel Performance», *SAE Trans.*, Vol. 66, 574-588, 1958.

[9] Lyon, D.; Tims, J. M.; Mueller, K.: «Techniques for Reducing Exhaust Emissions from Diesel Engines», Paper 2/1, FISITA Congress, 1972.

[10] Leonhard, R.: «Kraftstoffvergasung zur Senkung der Partikel- und Stickoxidemission des Dieselmotors», *MTZ*, Band 44, 175-179, 1983.

[11] Lyon, D.; Howland, A. H.; Lom, W. L.: «Controlling Exhaust Emissions from a Diesel Engine by LPG Dual Fuelling», Proc. Inst. Mech. Engrs, C126/71, 42-56, 1971.

[12] Fellous, J. R.; Tiedema, P.: «Les GPL, carburant pour les transports publics urbains», *Gaz d'Aujourd'hui*, sept. 1978.

[13] Kouremenos, D. A.; Rakopoulos, C. D.; Christoyannis, S.; Kedikoglou, G.: «An Experimental Investigation into the Effect of Propane Feed to the Intake Air of a Swirl Chamber Diesel Engine with Emphasis on Smoke Reduction», Paper No. 865018, FISITA Congress, Belgrade, 1986.

[14] Kouremenos, D. A.; Rakopoulos, C. D.: «The Operation of a Turbulence Chamber Diesel Engine with LPG Fumigation for Exhaust Emissions Control», *VDI-Forschung im Ingenieurwesen*, Band 52, 185-190, 1986.

[15] Kouremenos, D. A.; Rakopoulos, C. D.; Kotsiopoulos, P.: «Utilisation de propane comme aliment de complément dans un moteur à chambre de turbulence», *Entropie*, N° 139, 59-63, 1988.

[16] Kouremenos, D. A., Rakopoulos, C. D.; Kotsiopoulos, P.; Theodorakakis, C.: «Controlling the Exhaust Emissions of Automobiles Powered with Swirl Chamber Diesel Engines by Gasoline Fumigation to the Intake Charge», XII Intern. Conference on Science and Motor Vehicles, Paper No. 871220, Belgrade, 1987.

[17] Kouremenos, D. A.; Rakopoulos, C. D.; Kotsiopoulos, P.: «Control of the Emitted Pollutants of a High Speed Compression Ignition Engine by Supplementary Vapour Gasoline Fuelling», Proc. 8th Intern. Conf. on «Alternative Energy Sources», Miami Beach, Fl., Dec. 1987.

[18] Ricardo, H. R.: *Der schnellaufende Verbrennungsmotor*, 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin, 1954.

[19] Kouremenos, D. A.; Rakopoulos, C. D.: «Experimental Investigation on Using LPG in Diesel Engines», EEC and PERPA Report DG XI, April 1985.

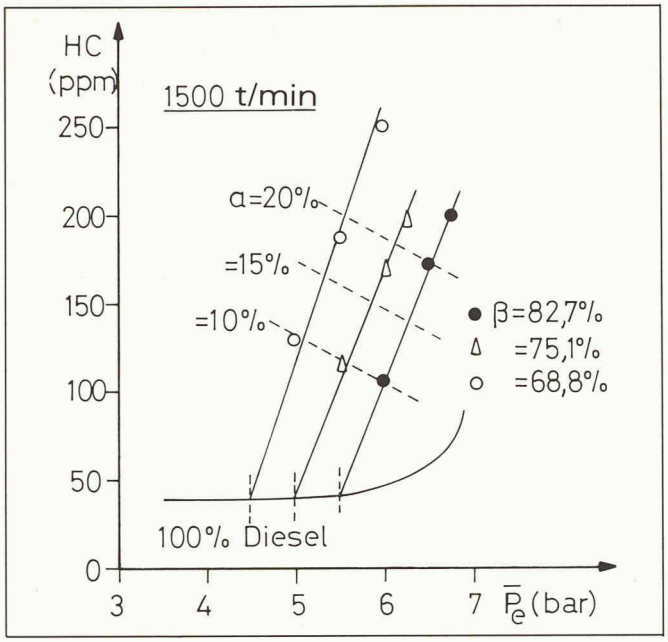

Fig. 7. – Hydrocarbures en fonction de la charge.

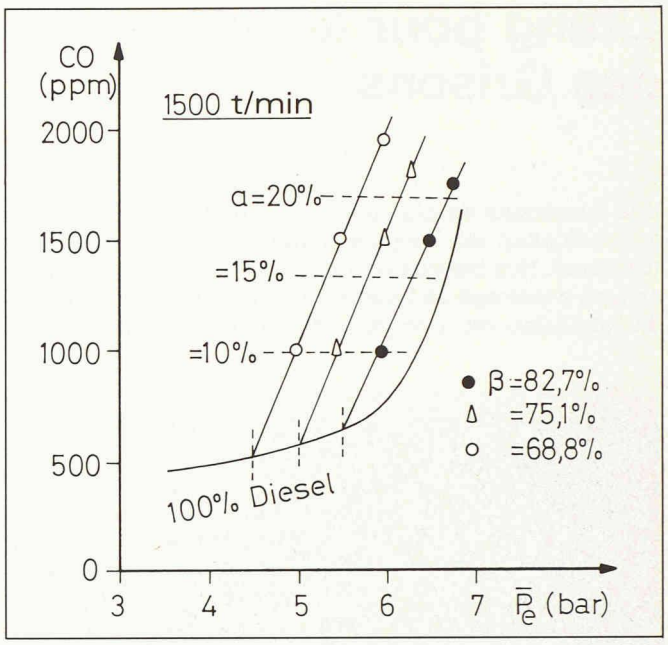

Fig. 8. – Monoxyde de carbone en fonction de la charge.

problème de mettre au point [14] [19] un système sûr pour le fonctionnement sous gazole et essence (deux combustibles) pour pouvoir opérer à l'optimum des valeurs des paramètres α et β, pour toutes les charges et pour toutes les vitesses. Il n'en reste pas moins que cette méthode est très prometteuse dans son application aux véhicules équipés d'un moteur Diesel.

Adresse des auteurs:
D. A. Kouremenos, professeur de thermodynamique, président du Département de mécanique
C. D. Rakopoulos, professeur associé des moteurs à combustion interne
P. Kotsiopoulos, maître de conférences à l'Ecole hellénique militaire d'aviation
D. Hountalas, assistant de recherches
Laboratoire des moteurs à combustion interne
Section thermique – Département de mécanique
Université nationale technique d'Athènes
42, rue Patission
GR – 10682 Athènes

Bibliographie

Constructions hydrauliques

Ecoulements stationnaires

par *Richard O. Sinniger* et *Willi H. Hager*. – Un vol. 20 × 24 cm, relié, 464 pages, 330 figures et tableaux. Presses polytechniques romandes, Lausanne, 1989. Prix: Fr. 69.–.

Cet ouvrage est le volume 15 d'un Traité de génie civil que les Presses polytechniques romandes commencent ainsi de publier. Prévu en 20 volumes, ce traité rassemblera et uniformisera l'état actuel des connaissances de base dans le domaine du génie civil sous le double aspect théorique et pratique. Elaboré d'une manière indépendante par les professeurs et les collaborateurs scientifiques du Département de génie civil de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, il sera un outil indispensable pour les ingénieurs, les bureaux d'étude, les étudiants et les bibliothèques. Trois autres volumes (1, 4 et 5) paraîtront en 1989 et les volumes suivants se succéderont à raison de quatre parutions par an.

Constructions hydrauliques – Ecoulements stationnaires est destiné en premier lieu à l'ingénieur praticien et aux étudiants des deuxième et troisième cycles.

Les constructions hydrauliques se situent parmi les ouvrages les plus exigeants du génie civil, nécessitant un large spectre de connaissances dans des domaines aussi variés que les fondations, les structures et, évidemment, l'hydraulique. Il est donc indispensable que l'ingénieur projeteur d'une construction hydraulique ait des connaissances approfondies dans ces disciplines.

La présentation des notions fondamentales de l'hydraulique et leurs applications aux ouvrages tels que conduites, canaux, déversoirs et dissipateurs d'énergie sont les préoccupations fondamentales des auteurs. Les solutions présentées sont, dans la mesure du possible, appuyées par des approches théoriques et par des résultats d'essais. Des exemples de calcul facilitent l'application des sujets développés et une abondante bibliographie permet l'approfondissement et l'élargissement des connaissances.

Figures de la conception architecturale

Manuel de la figuration graphique

par *Philippe Boudon et Frédéric Pousin*. – Un vol. 18×26 cm, broché, 112 pages. Collection Les pratiques de l'espace. Ed. Dunod, Paris, 1989. Prix: FF 120.00.

L'objectif de ce manuel est de présenter aux étudiants en architecture et en arts graphiques les statuts et les fonctions du dessin dans l'activité de *conception*. L'étude du dessin comme support de l'invention architecturale implique une analyse des différents *types* de dessins que produit l'architecte lorsqu'il fait un projet.

A partir d'un important matériel iconographique qui multiplie les exemples concrets, l'ouvrage introduit les étudiants à une lecture qualitative du dessin d'architecture. Ce manuel leur permettra de mieux appréhender les signes, les propriétés, mais aussi les enjeux de la figuration graphique.

Les auteurs sont Philippe Boudon, professeur à l'Ecole d'architecture de Paris-La Villette et à l'Ecole d'architecture de Nancy, et Frédéric Pousin, professeur à l'Ecole d'architecture de Paris-Tolbiac et à l'Ecole d'architecture de Lille et Régions Nord.