

INFLUENCE DU NITRATE D'HEXYLE ET DE LA TEMPÉRATURE DE L'AIR ADMIS SUR LES DÉLAIS D'INFLAMMATION DES HUILES VÉGÉTALES DANS UN MOTEUR DIESEL

Vaitilingom G., Higelin P.,
Centre d'Etudes et d'Expérimentation en Mécanisation Agricole et Technologie alimentaire, Domaine de la Valette,
34000 Montpellier
Andrzejewski J.,
Ecole Supérieure de l'Energie et des Matériaux d'Orléans,
Université d'Orléans, BP 6749,
45067 Orléans cedex
Sapinski A.,
Ecole Polytechnique de Varsovie,
Institut de Machines Thermiques,
24 rue Novowiejska, Varsovie, Pologne

Le but de ce travail est de vérifier l'influence, d'une part, d'un améliorant d'indice de cétane - le nitrate d'hexyle, et d'autre part, de la température de l'air admis sur les délais d'inflammation des huiles végétales dans un moteur diesel à chambre de turbulence. Les résultats révèlent que dans un moteur sensible aux conditions rencontrées par le carburant au moment de l'injection :

- 8 % environ de nitrate d'hexyle sont nécessaires aux huiles végétales courantes pour avoir les mêmes valeurs de délai d'inflammation que le gazole,
- les huiles présentant les délais les plus longs, avec une température d'admission de 25 deg C, retrouvent les valeurs de délais du gazole lorsque l'air est admis à 105 deg C (+80 deg C).

INFLUENCIA DEL NITRATO DE HEXILO Y DE LA TEMPERATURA DEL AIRE ADMITIDO SOBRE LOS TIEMPOS DE INFLAMACIÓN DE LOS ACEITES VEGETALES EN UN MOTOR DIESEL.

El objetivo de este trabajo es verificar la influencia, por un lado, de un mejoramiento del índice de cetano - el nitrato de hexilo -, y por otro lado, de la temperatura del aire admitido sobre los tiempos de inflamación de los aceites vegetales en un motor diesel a cámara de turbulencia. Los resultados revelan que en un motor sensible a las condiciones encontradas por el carburante al momento de la inyección :

- los aceites vegetales comunes requieren 8% en promedio de nitrato de hexilo para tener los mismos valores de tiempos de inflamación que el gasóleo,
- los aceites vegetales que presentan los tiempos más largos, con una temperatura de admisión de 25°C, encuentran los mismos valores de tiempos que el gasóleo cuando el aire es admitido a los 105°C (+ 80°C).

INFLUENCE OF HEXYL NITRATE AND INTAKEN AIR TEMPERATURE ON THE IGNITION LAGS OF VEGETABLE OILS.

The purpose of this work is to verify the influence, on the one hand, of an improver of the cetane index - the hexyl nitrate- and, on the other hand, of the intaken air temperature on the ignition lags of vegetable oils in a Diesel engine with a turbulence chamber. The results show that, in an engine sensitive to the conditions encountered by the fuel at the injection time,

- 8% hexyl nitrate are necessary to common vegetable oils to have the same ignition lag than diesel oil ;
- oils exhibiting longer lags, with intake temperature of 25°C, have the same lag values than diesel oil, when the temperature of intaken air is 105°C.

EINFLUSS VON HEXYLNITRATZUSATZ UND DER FRISCHGASTEMPERATUR AUF DEN ZÜNDZEITPUNKT VON PFLANZLICHEN ÖLEN IN EINEM DIESELMOTOR.

Ziel dieser Arbeit ist es, den Einfluß von Nitrohexyl, ein Zusatz, der die Cetanzahl verbessert, und der Frischgastemperatur auf den Zündzeitpunkt von pflanzlichen Ölen in einem Dieselmotor mit Turbulenzkammer zu testen. Die Ergebnisse zeigen :

- Bei einem Zusatz von 8% Nitrohexyls ist der Zündzeitpunkt von pflanzlichen Ölen gleich dem von Diesel.
- Die Öle mit dem längsten Zündzeitpunkten bei einer Einlasstemperatur von 25°C, zigen den selben Zündzeitpunkt wie Diesel, wenn Luft bei 105°C zugeführt wird.

INFLUÊNCIA DO NITRATO DE HEXILA E DA TEMPERATURA DO AR DE ADMISSÃO NO ATRASO DA INFLAMAÇÃO DE OLEOS VEGETAIS EM UM MOTOR DIESEL.

O objetivo deste trabalho é verificar a influência do nitrato de hexila no aumento do índice de cetano, assim como da temperatura do ar de admissão nos atrasos de inflamação de óleos vegetais em um motor diesel com chama de turbulência. Os resultados revelam que em um motor sensível às condições encontradas pelo carburante no momento da injeção :

- cerca de 8% de nitrato de hexila são necessários aos óleos vegetais correntes para ter os mesmos valores de atraso de inflamação que o óleo diesel,
- os óleos apresentam os maiores atrasos com uma temperatura de admissão de 25°C, e adquirem os valores de atraso do óleo diesel quando o ar é admitido a 105°C (+80°C).

mots-clés ● keywords

génie motoriste ● moteur diesel ● combustion d'huiles végétales ● délais d'inflammation ● nitrate d'hexyle
motor engineering ● diesel engine ● vegetal oils combustion ● inflammation delay ● hexyl nitrate

1. INTRODUCTION

Les huiles végétales posent des problèmes quand elles sont utilisées comme carburant des moteurs diesels à cause de leurs caractéristiques physiques et chimiques (grande viscosité, indice de cétane faible, acidité, siccativité,...).

Pressions d'injection élevées, délais d'inflammation perturbés et instabilités du développement de la combustion s'accompagnent généralement de formations importantes de dépôts charbonneux au nez des injecteurs, dans les chambres, sur les segments, les cylindres, etc.

De nombreux auteurs [1] [2] attribuent ces problèmes de combustion à la forte viscosité des huiles végétales, de 8 à 15 fois supérieure au gazole à 20 deg C. Une amélioration semble apparaître lorsque l'on ramène cette viscosité par un réchauffage énergétique (145 deg C) de l'huile injectée, seule méthode simple, avec les mélanges huiles-gazole, pour retrouver les caractéristiques d'injection du gazole.

Si l'action sur la viscosité des huiles apparaît bénéfique, elle ne résout pas les problèmes d'encrassement rencontrés dans les diesels à injection directe ou semi-directe.

La diminution du délai d'inflammation, sans modifier la viscosité des huiles conduit-elle à une amélioration notable du fonctionnement d'un moteur diesel sensible aux propriétés des carburants ?

Deux méthodes ont été utilisées :

- l'augmentation de l'indice de cétane grâce à un accélérateur chimique de la combustion. Nous avons utilisé du nitrate d'hexyle, bien connu comme améliorant d'indice de cétane efficace quels que soient les carburants [3], additivé à 4 et 8% pour ramener les délais plus longs des huiles autour des valeurs enregistrées avec du gazole ;

- la diminution du délai d'inflammation en augmentant la température de l'air à l'admission et ainsi la température dans la préchambre au moment de l'injection [4]. Nous avons simplement préchauffé l'air d'admission à différentes températures de 85 à 145 deg C (+60 deg C à +120 deg C) tout en restant en aspiration naturelle.

Cinq huiles ont été testées, dont deux avec le nitrate d'hexyle, le comportement de l'évolution de leur délai d'inflammation est comparé à celui d'un gazole courant (Tableau 1).

2. CONDUITE DES ESSAIS

2.1 Huiles végétales utilisées

Cette sélection d'huiles, du Nord et du Sud, est représentative de la plupart des oléagineux commercialisés dans le monde [5]. Leurs principales caractéristiques sont présentées dans le tableau 1.

Les indices de cétones présentés ici ont été calculés de la manière suivante : connaissant les indices de cétane et les délais d'inflammation mesurés à pression de compression lors de l'injection et à avance à l'injection identiques pour deux carburants de référence, on détermine l'indice de cétane du carburant testé par interpolation linéaire.

(Ces chiffres sont très voisins de ceux rencontrés généralement dans les publications. Palme : 39-42; coton : 38-40 ; colza nouveau : 32-36 ; ester méthylique de colza : 49).

2.2 Conditions expérimentales

Les essais ont été réalisés par les auteurs à l'Institut de Machines Thermiques de l'Ecole Polytechnique de Varsovie. Dans les deux méthodes utilisées, nous avons relevé l'évolution des délais d'inflammation en fonction de la pression au moment de l'injection dans la chambre séparée d'un moteur MWM.

Ce moteur se montre très sensible à la fois aux types de carburants et aux conditions de pression et de température rencontrées au moment de l'injection.

Les essais comparatifs ont été menés avec le gazole et les huiles sans additifs et additivées, pour les mêmes pressions, températures d'admission, quantités de carburant injectées, avance à l'injection et régime moteur (voir tableau 2).

Les différentes valeurs de pression de compression dans la chambre séparée ont été obtenues en fermant progressivement un papillon placé à l'entrée du collecteur d'admission. Le relevé des valeurs de délai s'effectuait après avoir vérifié le calage de l'injection à l'oscilloscope.

Cette méthode est une application de la procédure de détermination de l'indice de cétane utilisée avec ce monocylindre MWM - BASF.

Types d'huiles	Indices		Pourcentages d'acides gras				Acidité
	Iode	Cétane	Saturés	Insat.	Di-Insat.	Tri-Insat.	
palme brute	49,5	43	52,4	38,1	9,2	0,2	7,65
coton brute	115,0	39	24,0	22,6	53,1	0,2	38,35
coton neutre	11,6	37	26,2	20,1	53,2	0,2	0,10
colza raffinée	117,6	35	7,4	59,5	22,8	10,1	0,05
ester methyl colza	118,7	52	7,4	59,1	22,0	11,3	0,15

Tableau 1

MOTEUR	MWM - BASF monocylindre à chambre séparée Cylindrée = 851 cm ³ D x C = 95 x 120 mm Taux de compression = 17,2
	Conditions expérimentales
Régime	980 tr/mn
Quantité injectée	20 mm ³ /coup
Avance dynamique à l'injection	22 degrés vilebrequin

Tableau 2

3. RESULTATS - COMMENTAIRES

3.1 Délais comparés des huiles végétales et du gazole

Les figures 1 et 2 montrent bien la tendance des huiles essayées qui présentent des délais plus longs et de moins bonnes limites d'inflammabilité que le gazole. Ceci est caractéristique du comportement des huiles dans les moteurs diesels, sauf dans des conditions particulières de chambres et de tourbillon (6).

On notera sur la figure 1 qu'il n'y a pas de différence de comportement notable entre l'huile de coton neutre et l'huile de coton brute dans la plage normale d'utilisation.

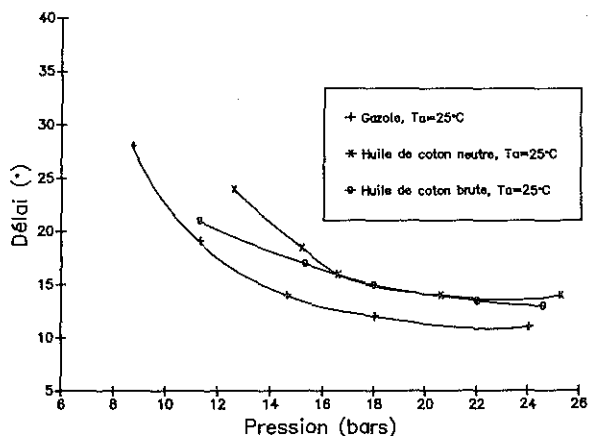


Fig.1 Délai d'inflammation en fonction de la pression dans la chambre séparée en début d'injection (moteur MWM).

Sur la figure 2, on observera que la courbe de délai d'inflammation en fonction de la pression dans la chambre varie de manière importante suivant l'huile végétale. Au deux extrémités de l'éventail étudié, on trouve l'huile de colza raffinée et l'huile de palme brute.

On remarquera sur la figure 3 les bons résultats obtenus avec un ester méthylique de colza (réalisé suivant le procédé I.F.P.).

3.2 Action du nitrate d'hexyle

La figure 3 représente l'évolution du délai pour le gazole, l'huile de colza et l'huile de coton non additivées, les figures 4 et 5 l'évolution avec 4% et 8% de nitrate d'hexyle dans les huiles.

- 4 % de nitrate d'hexyle produit un effet pratiquement nul pour la zone des pressions élevées dans la

chambre, seules les limites d'inflammation sont nettement reculées. Cela pourrait être intéressant, dans la zone normale d'utilisation (22-26 bars), seulement pour les moteurs présentant une avance à l'injection importante et un faible taux de compression (injection directe). Dans la zone normale de fonctionnement du moteur, les délais d'inflammation des huiles additivées à 4% de nitrate d'hexyle restent supérieurs à ceux du gazole.

- 8 % de nitrate d'hexyle ramènent le délai des huiles les plus longues à s'enflammer (colza raffinée, coton neutralisée) autour des valeurs du gazole mais le taux d'additif élevé rend cette solution économiquement inacceptable.

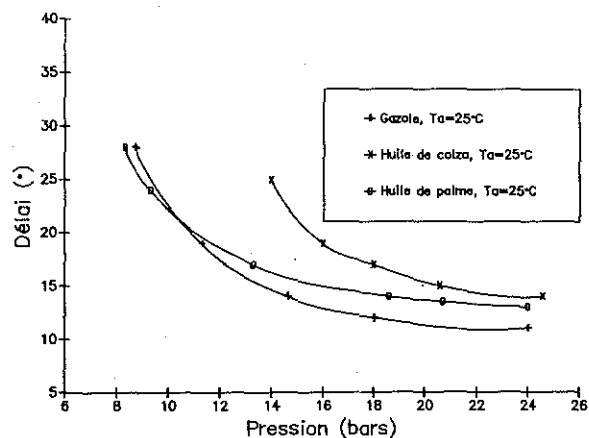


Fig.2 Délai d'inflammation en fonction de la pression dans la chambre séparée en début d'injection (moteur MWM).

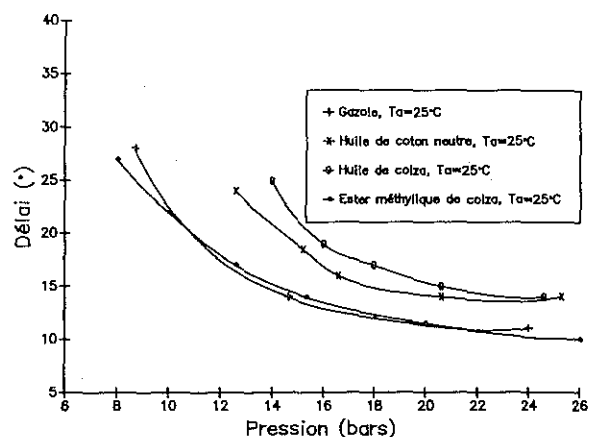


Fig.3 Délai d'inflammation en fonction de la pression dans la chambre séparée en début d'injection (moteur MWM).

3.3 Influence de la température de l'air à l'admission

Les figures 6 et 7, comme les figures 1 et 2, présentent l'évolution du délai des carburants essayés mais avec une température d'air admis de 105 deg C.

La figure 6 confirme les observations effectuées avec une température d'air admis de 25 deg C: le traitement de l'huile de coton n'a pas d'influence significative sur le délai d'inflammation dans le domaine de fonctionnement normal du moteur.

La tendance dégagée est la même qu'à 25 deg C mais avec un net resserrement des valeurs huiles vers

celles du gazole. On relève moins de 2 degrés vilebrequin de différence contre 4 à 5 précédemment (figure 7 et 2).

Une augmentation de 80 deg C de l'air admis permet aux huiles végétales de présenter la même évolution de délai que le gazole avec de l'air ambiant (figure 9). De plus, dans notre cas, les délais des huiles sont même plus courts dans la zone d'utilisation normale (22-26 bars).

D'autre part, on pourra remarquer sur la figure 10 que 4 % de nitrate d'hexyle sont alors suffisants pour que les huiles végétales puissent retrouver les valeurs de délais du gazole utilisé avec un air admis à 105 deg C.

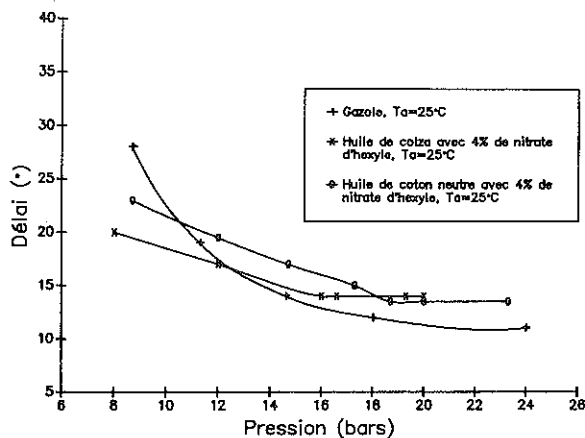


Fig.4 Délai d'inflammation en fonction de la pression dans la chambre séparée en début d'injection (moteur MWM).

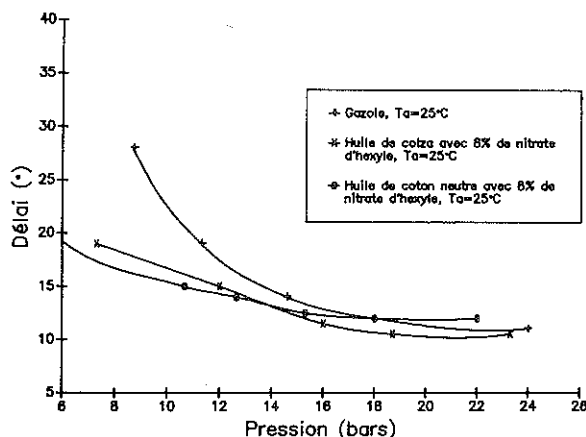


Fig.5 Délai d'inflammation en fonction de la pression dans la chambre séparée en début d'injection (moteur MWM).

4. CONCLUSIONS

Nous avons vérifié qu'il est toujours possible d'agir sur le délai d'inflammation des huiles végétales soit de façon chimique soit de façon physique sans avoir à modifier leurs viscosités ni le moteur.

L'influence du nitrate d'hexyle ou de la température d'admission sur le délai d'inflammation, s'applique de la même façon à toutes les huiles végétales essayées

qu'elles soient saturées ou insaturées, brutes ou raffinées. Aucune huile n'est moins sensible qu'une autre à ces actions.

De plus, on vérifie là encore que les huiles végétales ont chacune un indice de cétane différent qui les rend plus ou moins aptes, en matière de délai, au fonctionnement en cycle Diesel.

Un faible pourcentage de nitrate d'hexyle peut représenter une solution simple si et seulement si le problème d'adaptation ne concerne que le délai d'inflammation (moteur à chambre de turbulence trop froid).

La température au moment de l'injection semble avoir une influence plus prépondérante encore sur le délai d'inflammation des huiles végétales que sur celui des fuels et gazoles.

Le délai d'inflammation des huiles végétales, étudié ici, n'est qu'un élément du processus complet de la combustion. Lors de nos essais nous avons constaté que dans certain cas, bien que le délai soit rattrapé, le développement de la combustion n'était pas forcément satisfaisant.

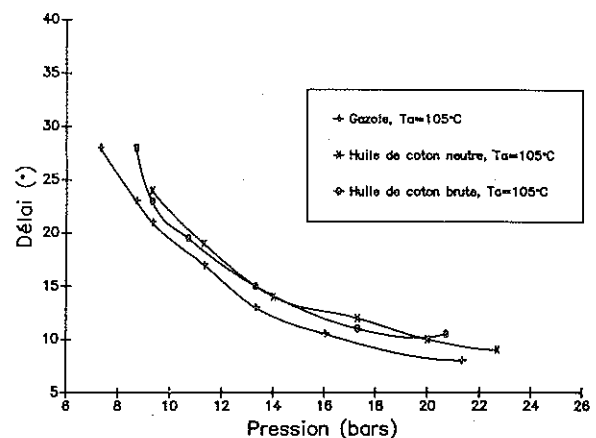


Fig.6 Délai d'inflammation en fonction de la pression dans la chambre séparée en début d'injection (moteur MWM).

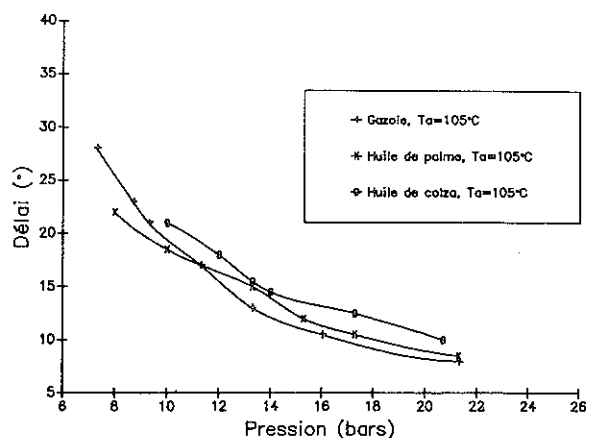


Fig.7 Délai d'inflammation en fonction de la pression dans la chambre séparée en début d'injection (moteur MWM).

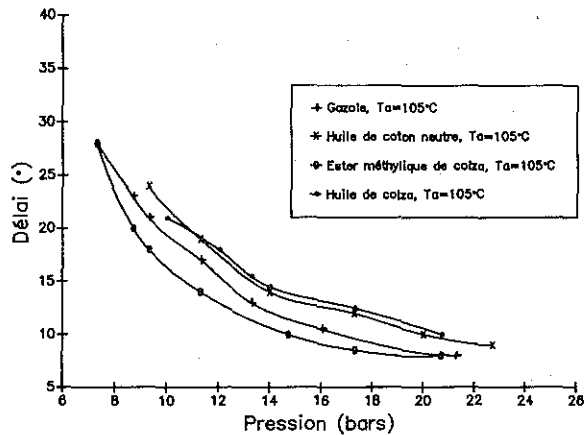


Fig.8 Délai d'inflammation en fonction de la pression dans la chambre séparée en début d'injection (moteur MWM).

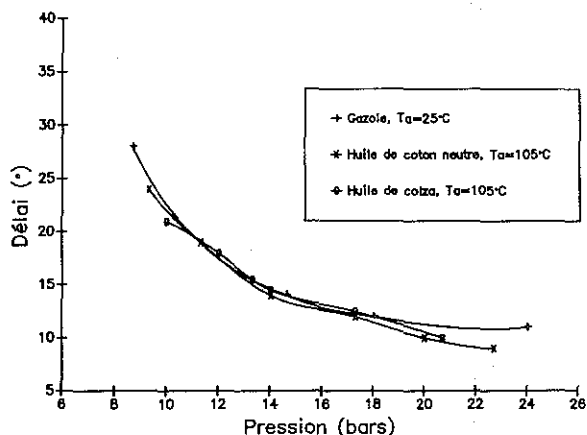


Fig.9 Délai d'inflammation en fonction de la pression dans la chambre séparée en début d'injection (moteur MWM).

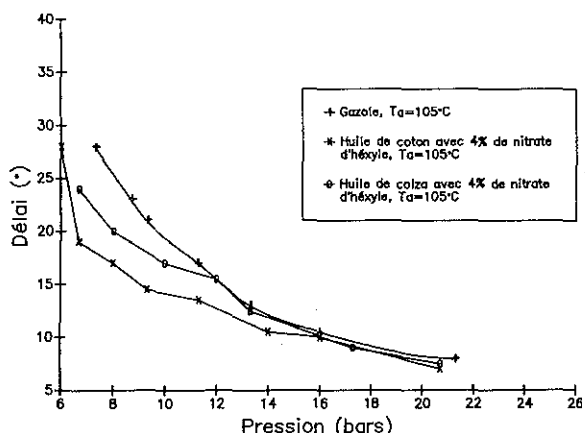


Fig.10 Délai d'inflammation en fonction de la pression dans la chambre séparée en début d'injection (moteur MWM).

Bibliographie

- [1] Hasset D.J., R.A. Hasan R.A., "Sunflower oil methyl ester as diesel fuel", International Conference on Plant and Vegetable oils as fuels, USA, Fargo, 1982.
- [2] Ryan T.W., Callahan T.J., Dodge L.G., "Characterization of vegetable oils for use as fuels in diesel engines", International Conference on Plant and Vegetable oils as fuels, USA, Fargo, 1982.
- [3] Heat Mechanics Division, "Hexyl nitrate as cetane improver", National Mechanical Engineering Research Institute, R.S.A., 1980.
- [4] Jalinier C., "Etude comparative de l'inflammation et de la combustion de l'huile de coton brute et du gas-oil utilisés comme carburant dans un moteur à injection indirecte", thèse de doctorat, 1988.
- [5] Vaitilingom G., "Les huiles végétales carburant des moteurs diesel. le point des travaux. réorientation des recherches : propositions", rapport de Dea, 1986.
- [6] Jalinier C., Andrzejewski J., Vaitilingom G., Sapinski A., "Détermination de conditions nécessaires au bon fonctionnement des moteurs diesel alimentés avec de l'huile de coton", Entropie n°148, 1989.

CONGRES CONFÉRENCES

25 th Isata Silver jubilee conference

Laser applications for the automotive industries

In conjunction with the 25 th Isata, the first conference dedicated 'Laser Applications for the Automotive Industry' will be held in Florence, Italy, from 1st to 5 th June 1992. This meeting will introduce a new topic for discussion within the successful pattern of the ISATA symposia.

The automotive industry has been swift to maximise the potential of the laser in conjunction with the technologies of robotics, fibre optics, computing and flexible manufacturing. This supertool is still in its infancy and a collaborative forum is vital for communication between the different sectors of industry.

The conference addresses designers, engineers and managers, who make the decisions concerning possible applications of laser technology in the Automotive industry. It is intended to report on recent developments, processes and applications and to give an overview of the state of the art.

The conference should be subdivided into two parallel sessions :

1. High Power Laser Application in the Automotive Industry

2. Laser Metrology in the Automotive Industry

■Topics for the Application Session are :

New developments and applications in laser cutting, welding, surface treatment, robotics and system developments, process control and quality assurance, metrology for on-line process control.

■Topics for the Laser Metrology Session are :

Vibration measurements, modal analysis, 2-d and 3-d contour measurements with lasers, deformation measurements, laser diagnostics for processes, flow and temperature measurements, holographic and speckle interferometry, holographic optical elements.

Final abstract date : 30th October 1991.

Final paper date : 28th February 1992.

Isata Secretariat

42 Lloyd Park Avenue,

Croydon, Surrey CR0 5SB - England