

Utilisation pratique du mélange de kérosène et d'huile de colza comme carburant pour les moteurs diesel

Expériences positives sur la durée, mais quelques problèmes restent encore à résoudre

Manfred Rinaldi, Station fédérale de recherches en technologie et économie agricoles (FAT), Tänikon, CH-8356 Ettenhausen

L'utilisation du mélange de kérosène et d'huile de colza comme carburant pour les moteurs diesel est techniquement possible et peut être mise en pratique. C'est ce que prouvent les expériences longue durée réalisées avec un tracteur sur l'exploitation d'essai de la FAT. Ce succédané du gazole représente donc une alternative sérieuse à l'ester méthylique de colza (EMC), qui, quant à lui, ne peut être utilisé qu'au prix d'adaptations techniques relativement importantes et de coûts considérables. L'utilisation pratique de ce carburant avec un tracteur de la marque Lindner 1600 A a débuté le 24 octobre 1995 sur un modèle qui comptait 1037 heures de fonctionnement. Le carburant employé était un mélange de kérosène et d'huile de colza dans une proportion de 50%-50%. Lors de l'impression d'un premier rapport intermédiaire (Rapport FAT 502/1997, cf. encadré), le tracteur avait déjà tourné pendant 406 heures avec le mélange à base d'huile de colza. Par la suite, le tracteur a continué à être

utilisé sur l'exploitation exclusivement avec ce même mélange, et ce, jusqu'au 29 juin 2001. L'essai s'est arrêté alors que le tracteur comptait 2417 heures de fonctionnement, dont les 1380 dernières heures exclusivement avec le mélange de kérosène et d'huile de colza. Sur la durée totale de l'essai, 6467 litres de mélange ont été utilisés, ce qui représente une consommation moyenne de 4,7 litres par heure.

Pendant cette période, aucun dommage n'a été constaté au niveau du moteur. On a cependant enregistré une détérioration continue des relevés de puissance et des valeurs de gaz d'échappement, qui s'explique sans doute par l'augmentation de l'encrassement et de la cokéfaction.

Pendant toute la durée de l'essai, le tracteur se trouvait généralement à l'extérieur, même en hiver. Il a été utilisé pour tous les travaux qui se présentaient. Aucun problème de démarrage n'a été constaté à basses températures.

Hypothèse de travail

Le rapport FAT 502/1997: Mélanges d'huiles végétales utilisés comme carburant pour moteurs diesel, a traité des thèmes suivants: problématique, solution, extraction d'huile, production de carburant, mesures au banc d'essai, test de fonctionnement longue durée sur 1000 heures, application pratique, modification des huiles de lubrification, résultats et bibliographie complémentaire. Le rapport part de l'hypothèse que tout mélange combustible possédant le même pouvoir calorifique que le gazole et dont les paramètres s'inscrivent dans le cadre des normes sur le diesel convient au fonctionnement irréprochable des moteurs diesel modernes. Les résultats alors obtenus ont confirmé l'hypothèse, mais devaient être confortés par des tests pratiques de plus longue durée.



Fig. 1: Tracteur Lindner 1600 A utilisé pour l'essai longue durée avec le mélange à base d'huile de colza et de kérosène.

Sommaire	Page
Problématique	2
Méthodes	2
Fabrication du carburant, stockage et manipulation	3
Mesures au banc d'essai des moteurs	3
Incidents survenus pendant l'utilisation pratique	4
Questions ouvertes	5
Conclusions	6
Bibliographie	6

Problématique

Rudolf Diesel, l'inventeur de moteur à combustion qui porte son nom, avait déjà travaillé en utilisant les huiles végétales comme source d'énergie. Mais ces dernières ont rapidement été remplacées par un dérivé du pétrole, bien meilleur marché et de qualité plus homogène, appelé gazole ou diesel. Grâce à une distillation contrôlée et fractionnée, ce dérivé du pétrole peut être adapté exactement aux exigences optimales des constructeurs de moteurs. Des efforts continuent d'être faits pour adapter la construction des moteurs à un carburant défini, mais le véritable succès se fait encore attendre.

Les motifs qui poussent à produire et à utiliser des carburants à base de matières premières renouvelables sont nombreux et variés:

- épuisement des ressources de pétrole,
- indépendance par rapport aux pays exportateurs de pétrole,
- protection de l'environnement (réduction du CO₂),
- réduction de la surproduction agricole.

Dans les années 1990, les chercheurs ont travaillé intensivement pour assimiler les spécifications de l'huile de colza notamment, à celles du diesel. Une solution envisageable consiste à transestérifier l'huile de colza trop visqueuse pour les moteurs actuels. Aujourd'hui, cette méthode est appliquée à grande échelle dans le monde entier. Ainsi, en Allemagne plus de mille stations services proposent de l'ester méthylique de colza (EMC) à leurs clients. Il y a environ dix ans, la FAT a commencé à chercher un moyen d'adapter les spécifications de l'huile de colza, qui soit plus simple que la transestérification, procédé relativement complexe. L'idée de base consistait à mélanger l'huile de colza trop « épaisse », avec un autre composant trop « fluide » de façon à ce que les paramètres souhaités puissent être obtenus avec le mélange. Dans le cadre d'un projet commun réalisé avec le Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherches (EMPA) de Dübendorf, les chercheurs sont parvenus à mettre au point un tel mélange composé à 50 % d'huile de colza et à 50 % de kérosène (carburant utilisé par les avions) qui remplit largement les exigences du diesel. Les résultats de ce projet ont été résumés dans le rapport n° 502/1997. Le présent essai a pour but de tester le mélange d'huile de colza et de kérosène sur la durée, dans les conditions de la pratique, avec un tracteur non modifié, tel qu'il existe dans le commerce.

Méthodes

Pendant toute la durée de son utilisation, le tracteur n'a subi absolument aucune modification. Le mode et l'ampleur de son utilisation dépendaient du chef de l'exploitation d'essai de la FAT. Pendant toute la durée de l'essai, le tracteur se trouvait généralement à l'extérieur, même en hiver. Il a été utilisé pour tous les travaux qui se présentaient, tractait toutefois souvent une remorque mélangeuse (fig. 1).

Les enregistrements ont porté sur les

heures de fonctionnement, la consommation de diesel et les événements particuliers, tels que la vidange, les mesures au banc d'essai, les réparations, les panes, les services de maintenance du moteur, etc.

Spécifications techniques du moteur du tracteur d'essai Lindner 1600 A

Moteur: Perkins type T 3.152, 3 cylindres, à refroidissement à eau, alésage 91,44 mm, cylindre 127 mm, cylindrée 2502 cm³, puissance nominale 41 kW, régime nominal 2200, régime supérieur au point mort 2510, CAV pompe d'injection à distributeur DPA.

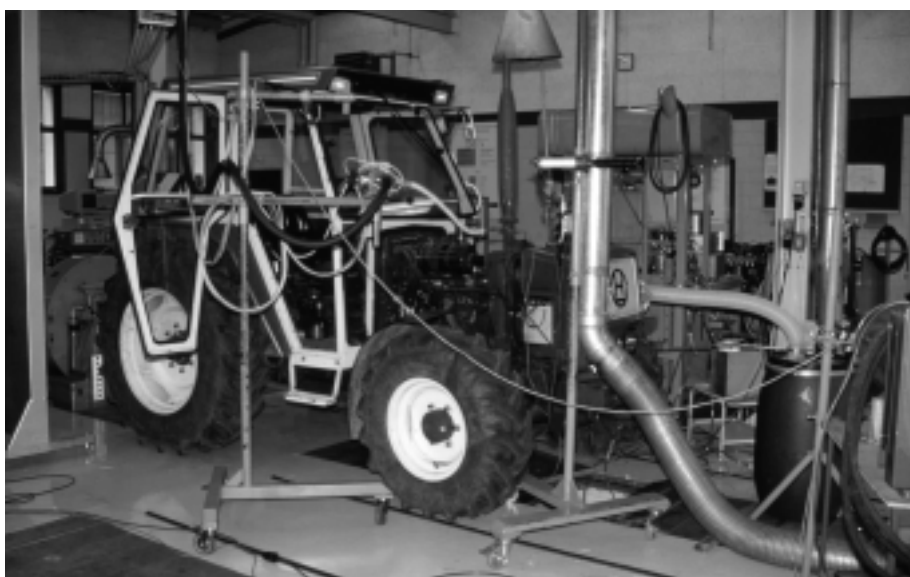


Fig. 2: Tracteur d'essai Lindner 1600 A sur le banc d'essai des moteurs de la FAT pour les mesures finales.

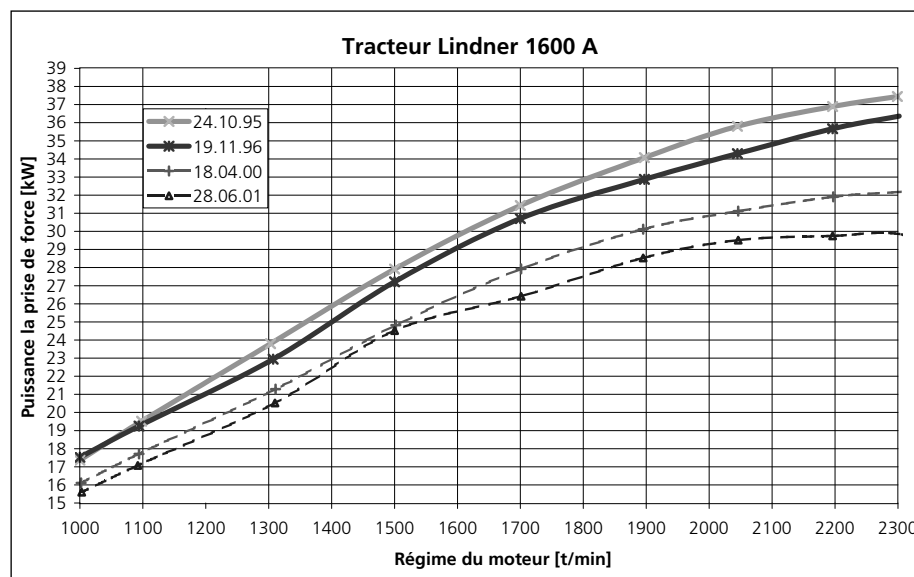


Fig. 3: Puissance à la prise de force mesurée à quatre périodes différentes. Les mesures du 18.4.00 et du 28.6.01 ont eu lieu après la réparation de la pompe d'injection. Apparemment, le réglage était différent (Mesures Stadler/Schiess).

Mesures au banc d'essai des moteurs

Pour contrôler l'état du moteur, différentes mesures ont été effectuées le 24 octobre 1995, le 19 novembre 1996, le 18 avril 2000 et le 27 juin 2001: courbe à pleine charge à la prise de force, fumée noire et composants des gaz d'échappement HC (hydrocarbures non brûlés), NOx (oxyde nitrique) et CO (monoxyde de carbone) (fig. 2).

Puissance à la prise de force

Le 24.10.1995, au début de l'essai, la puissance maximale à la prise de force (fig. 3) était de 37,45 kW. Le 28.6.2001, à la fin de l'essai, au bout de 1378 heures de fonctionnement avec le mélange huile de colza/kérosène, elle est descendue à 29,85 kW (80 %). Comme le montre la figure 4, les valeurs de mesures du 19.11.1996 (276 h, 36,36 kW) et du 18.4.2000 (1003 h, 32,18 kW) se situent pratiquement sur une droite. Ce résultat peut être interprété comme suit: l'état du moteur s'est détérioré en continu suite à l'encrassement et à la cokéfaction.

Consommation spécifique

La consommation spécifique (g/kWh) est une valeur qui permet d'évaluer le rendement du tracteur. La puissance apportée par le diesel est mesurée en grammes par heure (g/h), tandis que la puissance dépensée à la prise de force est donnée en kW. Voici un exemple: 270 g/kWh signifie que pour fournir une puissance d'un kilowatt à la prise de force, le tracteur consomme 270 g/h de diesel. En d'autres termes, un kilogramme de diesel par heure permet d'obtenir 3,7 kW à la prise de force. Plus la consommation spécifique est élevée, plus le rendement est faible.

Dans notre cas, nous constatons deux couples de courbes différents (fig. 5), qui sont très proches l'un de l'autre dans la plage de 1500 à 1700 tours par minute. Ce phénomène est peut-être dû à la réparation de la pompe d'injection CAV, survenue après 982 heures de fonctionnement. A 1700 t/min, la consommation spécifique au début de l'essai est pratiquement identique à la consommation après la réparation de la pompe d'injection. Ensuite, elle affiche une hausse presque continue, plus la durée de fonctionnement augmente (fig. 6). En

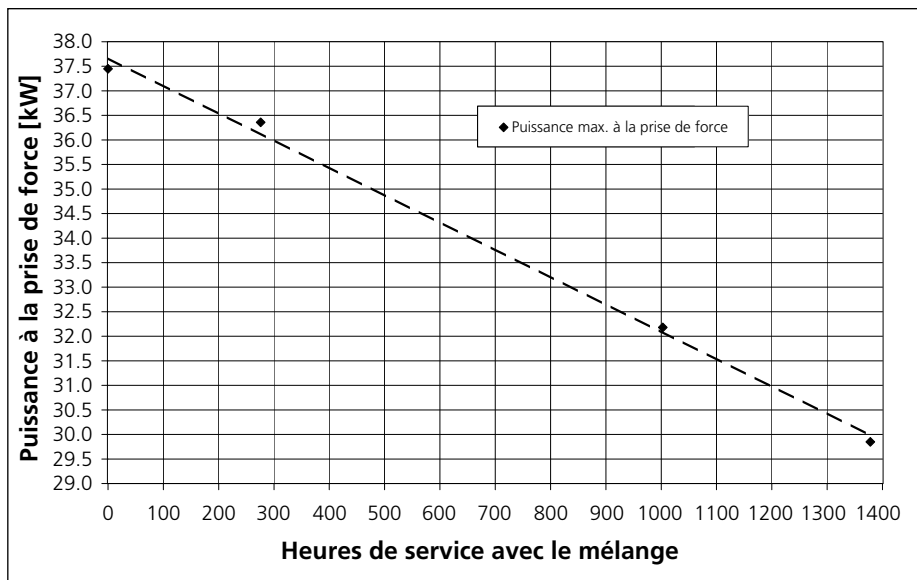


Fig. 4: Représentation de la baisse de puissance à la prise de force tout au long du fonctionnement avec le mélange de kérosène et d'huile de colza. On constate une détérioration continue de l'état du moteur, ce qui permet de conclure à une usure normale.

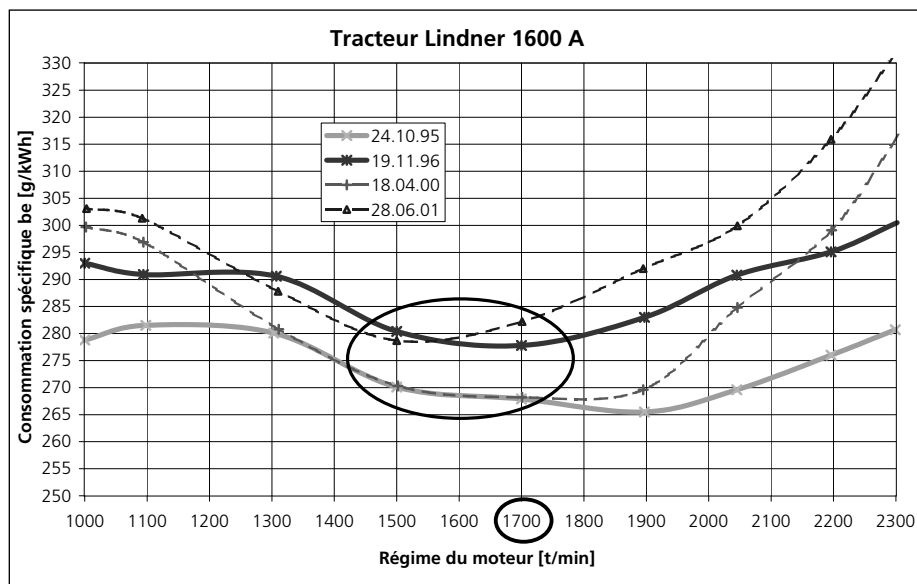


Fig. 5: Consommation spécifique de carburant mesurée à quatre périodes différentes. Les mesures du 18.4.00 et du 28.6.01 ont eu lieu après la réparation de la pompe d'injection (Mesures Stadler/Schiess).

Fabrication du carburant, stockage et manipulation

La fabrication du mélange s'est faite dans des fûts de 200 litres, remplis d'huile de colza et de kérosène dans une proportion 1 : 1 et avec apport de 0,2 litre d'additifs. Il est important de noter que l'huile de colza a été versée en premier jusqu'à la moitié du récipient et que le kérosène a été ensuite rempli directement depuis la station service. Cette méthode offre une

plus grande sécurité contre le risque d'incendie lors du transport, car de cette manière, le point d'inflammation ne descend jamais en dessous de 55 °C.

Pendant toute la durée de l'essai, l'huile de colza comme le mélange ont été stockés dans des fûts de 200 litres. Aucun signe de séparation n'a été constaté dans le mélange, même après plusieurs années de stockage. Le kérosène se dissout dans l'huile de colza, comme l'alcool dans l'eau.

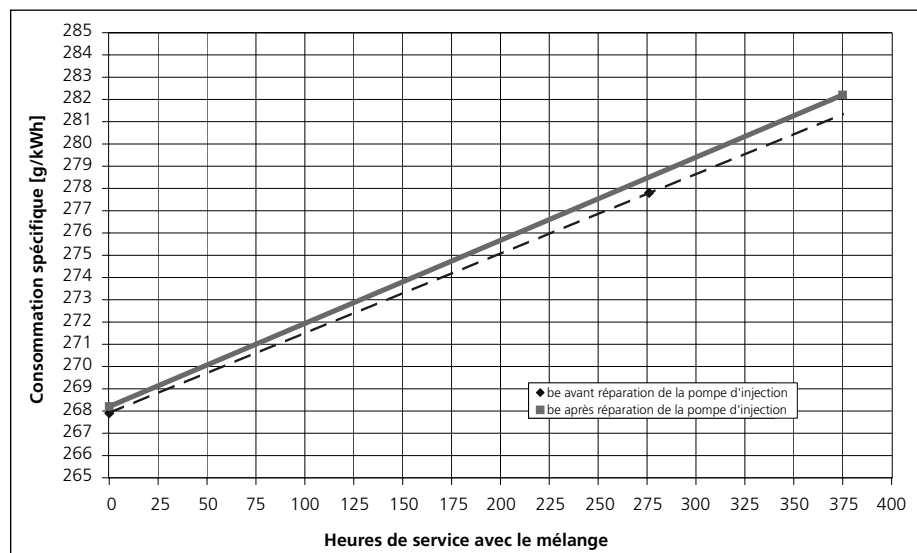


Fig. 6: Représentation de la consommation spécifique de carburant *be* tout au long de l'essai, répartie en deux périodes avant et après la réparation de la pompe d'injection. Là aussi, on constate une détérioration continue de l'état du moteur, ce qui permet de conclure à une usure normale.

d'autres termes: plus la durée de fonctionnement augmente, plus le rendement du tracteur baisse, ce qui doit être lié à des modifications du système d'injection, à la cokéfaction croissante des buses d'injection et donc à une plus mauvaise combustion. Il est possible d'obtenir un effet autonettoyant en faisant tourner le tracteur pendant un certain laps de temps avec du diesel et avec une charge de moteur élevée. Dans le cadre de cet essai, les chercheurs ont sciemment renoncé à cette possibilité.

Fumée noire à pleine charge

La comparaison des indices de fumée selon BOSCH donne une image non homogène et ne permet pas d'effectuer une interprétation univoque (fig. 7).

Emissions

Pendant l'essai, trois mesures de gaz d'échappement ont été effectuées selon ISO 8178-4 C1. Là encore, on constate une détérioration des valeurs de gaz d'échappement NOx et CO, plus la durée de fonctionnement augmente. Ce phénomène devrait également être dû à une cokéfaction croissante des buses d'injection. Les différences des valeurs NOx et CO dans les mesures du 18.04.00 et du 28.06.01 sont sans doute dues à un réglage différent de la pompe d'injection (fig. 8). La pompe d'injection a été réparée le 22.02.2000.

Pour les besoins de la comparaison, la figure présente également les valeurs

seuils selon les directives UE 97/68/EC et 2000/25/EC, Stage 1 et Stage 2. Le tracteur utilisé, qui est vieux, il faut bien l'avouer, en est très éloigné.

Tab. 1: Extrait du journal

Date	Heures de fonctionnement depuis la mise en service	Heures de fonctionnement avec le mélange	
16.10.95			Entretien du moteur dans un atelier local
24.10.95	1037	0	Début de l'essai longue durée, mesure au banc d'essai à la prise de force (puissance, consommation, fumée)
19.03.96	1107	70	Entretien du moteur dans un atelier local (fig. 9)
28.05.96	1157	120	Des billes blanches savonneuses de 5 -7 mm de diamètre s'accumulent dans le regard du filtre de carburant, nettoyage du filtre
29.10.96	1300	263	Niveau d'huile lubrifiante trop élevé, le niveau d'huile augmente en continu
19.11.96	1313	276	Mesure au banc d'essai à la prise de force (puissance, consommation, fumée, gaz d'échappement)
05.08.97	1462	425	Des billes blanches savonneuses s'accumulent de nouveau dans le regard du filtre de carburant (fig. 10), nettoyage du filtre
17.11.97	1544	507	
02.11.98	1790	753	Entretien du moteur dans un atelier local, changement des buses d'injection
22.02.00	2020	983	Réparation de la pompe d'injection dans un atelier local. Le rotor hydraulique et la came correspondante présentent des dommages au niveau de la voie de roulement (Pitting): Coûts de réparation Fr. 1600.-
08.03.00	2037	1000	La mesure au banc d'essai à la prise de force indique une puissance insuffisante. Inspection et nettoyage des canaux d'aspiration et d'échappement par la FAT, encrassés par l'huile et la suie produite par la lubrification du turbocompresseur, contrôle des buses d'injection
18.04.00	2040	1003	Mesure au banc d'essai à la prise de force (puissance, consommation, fumée, gaz d'échappement)
22.01.01	2280	1243	Le savon amassé sur le regard du filtre est enlevé, nettoyage du filtre
28.06.01	2415	1378	Mesure finale au banc d'essai à la prise de force (puissance, consommation, fumée, gaz d'échappement)
29.06.01	2417	1380	Le tracteur quitte la FAT en état de fonctionnement pour être échangé contre un tracteur neuf

Incidents survenus pendant l'utilisation pratique

Le mélange huile de colza/kérosène avec additif a fonctionné de manière satisfaisante dans la pratique. Les moteurs utilisés jusqu'à ce jour (cf. également rapport FAT n° 502/1997) n'ont subi aucun dommage, qui pourrait être imputé de manière évidente à l'utilisation de carburant mixte (tab. 1).

En ce qui concerne le tracteur Lindner 1600 A, utilisé dans l'essai, il a fallu réviser la pompe d'injection au bout de 2020 heures de fonctionnement, dont 983 heures avec le mélange à base d'huile de colza. On a constaté des signes d'usure très importants sur la surface de la voie de roulement du rotor hydraulique et de la came correspondante. Coûts Fr. 1600.-.

Cette panne n'a toutefois pas pu être associée de manière évidente à l'emploi du mélange à base d'huile de colza. Par ailleurs, elle ne s'est plus reproduite. Il faut tenir compte d'une particularité de l'huile lubrifiante. Le niveau d'huile lubrifiante a augmenté de manière continue

pendant toute la durée de fonctionnement. Ce phénomène s'explique de la façon suivante: le pourcentage d'huile de colza contenu dans le carburant qui passe dans l'huile lubrifiante, ne s'est pas volatilisé étant donné le point d'ébullition très haut, de plus de 350 °C. Le fort pourcentage d'huile de colza n'a toutefois posé aucun problème, car l'huile de colza

possède de bonnes propriétés lubrifiantes et que la viscosité n'augmente que légèrement à la température de service. (cf. rapport FAT 502/1997, page 11). Le problème a été résolu lors de la vidange en ne versant l'huile que jusqu'au niveau minimal et en procédant à une nouvelle vidange dès que le maximum était atteint.

Par contre, un problème reste inexpliqué. Il s'agit des petites billes blanches, savonneuses (fig. 10) apparues dans le regard du filtre à carburant. Il est possible que ces billes soient dues aux fortes vibrations, auxquelles sont soumis le filtre à carburant fixé au moteur et le carburant lui-même. De la même façon que le lait se transforme en beurre, des éléments émulsifiés pourraient s'être agglomérés dans le carburant et s'y être déposés.

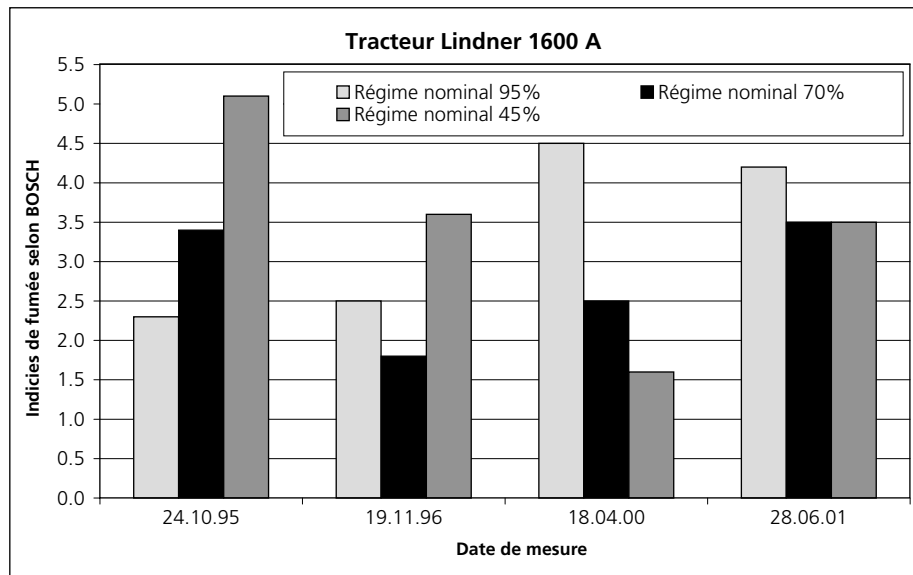


Fig. 7: Représentation des indices de fumée selon la méthode de filtres BOSCH, à pleine charge et à 95, 70 et 45 % du régime nominal, à quatre périodes différentes. Ces mesures ne permettent pas de tirer des conclusions univoques (Mesures Stadler/Schiess).

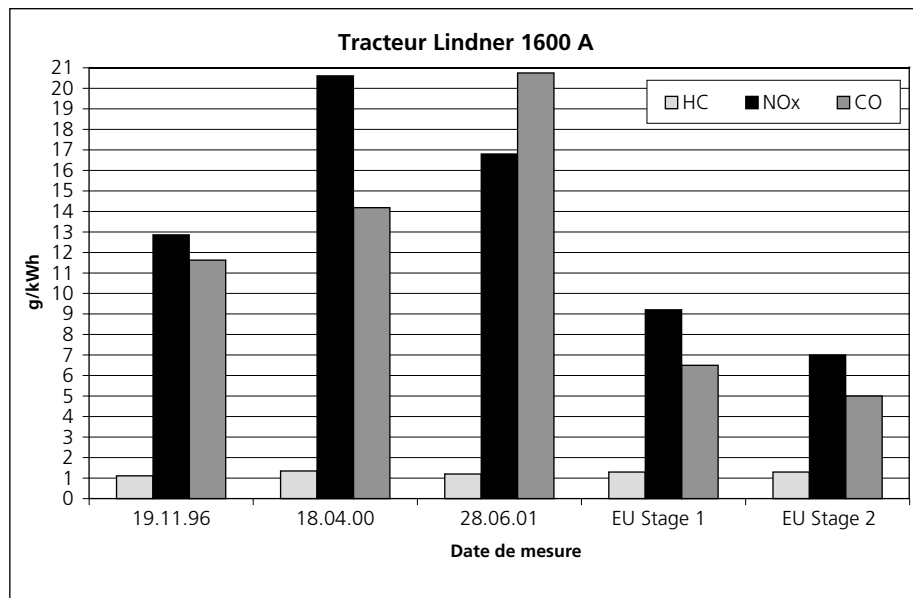


Fig. 8: Au début de l'essai, le 24.10.95, il n'a pas été possible de mesurer les gaz d'échappement. Les mesures comparables effectuées après la réparation de la pompe d'injection (18.4.00 et 28.6.01) permettent de constater que la combustion est de plus en plus mauvaise. C'est ce que montre la baisse de la valeur de NOx et la hausse de la valeur de CO. Ce phénomène est sans doute dû à l'encrassement croissant des prises d'air, des soupapes et des buses d'injection. A titre de comparaison, la figure présente également les valeurs seuils de l'UE (2000/25/EC, Stage 1 et Stage 2). Les valeurs de ce tracteur sont trois à quatre fois trop élevées (Mesures Stadler/Schiess).

Questions ouvertes

Impôt sur les carburants

La rentabilité des carburants à base de matières premières renouvelables dépend essentiellement du taux d'imposition. Actuellement, en Suisse, ce type de carburant n'est pas imposable jusqu'à une quantité limitée, lorsqu'il provient d'exploitations-pilotes ou de démonstration. Par contre, l'imposition des mélanges est assez incertaine. Logiquement, seule la partie minérale devrait être imposable. Jusqu'à aujourd'hui, cette question n'a toutefois pas été résolue clairement en Suisse. Le remboursement partiel de l'impôt sur les huiles minérales à l'agriculture, qui n'est pas garanti en cas d'utilisation de carburants renouvelables exempts de l'impôt, empêche l'emploi de carburants tirés de matières premières renouvelables dans l'agriculture. D'où une situation singulière dans laquelle l'agriculteur ne peut pas se permettre d'utiliser du carburant respectueux de l'environnement pour ses moteurs diesel, parce qu'il ne bénéficie d'aucun remboursement de l'impôt sur les huiles minérales pour ce type de carburant, et que ce dernier lui revient donc trop cher.

Garantie

D'autres efforts doivent également être consentis dans les domaines de la normalisation, de la fabrication pratique et rationnelle de carburants en grandes quantités et de l'assurance qualité. Des conditions claires et compréhensibles sont la condition pour un fonctionnement irréprochable et par conséquent pour l'autorisation du carburant par les fabricants de moteurs. En cas de dommage du moteur, l'utilisateur ne peut généralement pas faire valoir son droit de garantie s'il a employé un carburant non conforme.



Fig. 9: Tracteur d'essai lors du service d'entretien du moteur dans un atelier local.



Fig. 10: Regard du filtre de carburant avec amas de billes savonneuses.

Conclusions

L'emploi d'un mélange huile de colza/kérosène avec additif comme carburant pour les moteurs diesel est techniquement possible. Après près de cinq ans d'essais ininterrompus avec un tracteur dans l'exploitation d'essai de la FAT et dans des conditions parfois défavorables, aucun inconvénient n'a pu être constaté par rapport à du carburant diesel minéral pur. Par ailleurs, ce mélange présente un avantage: il est parfait pour le démarrage à froid.

D'autres expériences pratiques sont encore nécessaires pour que ce carburant puisse être autorisé par les fabricants de moteurs. La question de l'imposition de ce type de mélange n'est pas encore réglée et les conditions-cadres de son emploi à grande échelle font encore défaut.

Un autre aspect positif de ce carburant, qui n'a pas été traité dans le présent rapport, touche la réduction de CO₂ grâce à l'utilisation de la matière première renouvelable qu'est l'huile de colza. Contrairement à l'ester méthylique de colza (EMC, rapport FAT n° 514/1998), le mélange peut être fabriqué à petite échelle avec un minimum d'investissements. La fabrication ne donne lieu à aucun sous-produit, ni à aucune pollution nocive pour l'environnement.

Bibliographie

Bergmann F. et Hatz S., 2000. Remboursement partiel de l'impôt sur les huiles minérales à l'agriculture. Rapport FAT n° 557.

Rinaldi M. et Herger E., 1998. Esters d'huiles végétales suisses utilisées comme carburant pour moteurs diesel. Rapport FAT n° 514.

Rinaldi M., Stadler E., Schiess I. et Jäckle, H. W., 1997. Les mélanges d'huiles végétales utilisés comme carburant pour moteurs diesel. Rapport FAT n° 502.

Norme suisse SN 181 160-1:2000. Mineralölprodukte, Qualitätsrichtlinien für Dieseltreibstoff (Bref résumé de la norme européenne SN EN 590:2000).

Norme européenne, projet prEN 14214: Mai 2001. Carburants pour véhicules – Esters méthyliques des acides gras (FAME) pour moteurs diesel – Exigences et procédures de tests, mai 2001.

Règles générales à respecter lors de l'utilisation d'huile de colza, d'EMC et de mélanges à base de kérosène

Les points mentionnés ci-dessous doivent tout particulièrement être respectés lors de l'utilisation de carburants à base d'huile de colza. La non-observation de ces règles peut entraîner des problèmes lors de l'emploi du produit.

- Le strict respect des normes en vigueur sur les carburants diesel est impératif.
- Voici quels sont les points particulièrement importants pour le bon fonctionnement mécanique:
 - qualité lubrifiante,
 - teneur en particules,
 - teneur en eau.
- Le kérosène pur diminue la qualité lubrifiante, l'huile de colza compense cet effet.
- L'EMC et l'huile de colza attaquent les élastomères et certains plastiques; c'est pourquoi au départ, il est recommandé de vérifier fréquemment les joints et les tuyaux.
- Les acides formiques, acétiques et les acides gras libres comme le méthanol sont responsables de corrosion. La glycérine et les glycérides attaquent les métaux non ferreux et peuvent causer des dépôts dans le filtre à carburant ou même le boucher. Le respect des valeurs normalisées empêche qu'un tel phénomène ne se produise.
- L'EMC extrait l'eau de l'atmosphère et lors du refroidissement du moteur, un peu d'eau peut se former, ce qui peut causer la corrosion et la rupture des matériaux sur la surface des roulements à billes et sur les variateurs d'avance. C'est pourquoi il est recommandé de stocker le produit le plus au sec possible à une température constante.
- L'eau libre entraîne la formation de microorganismes. Du fait de la division cellulaire, les protéines formées donnent une émulsion trouble et visqueuse, qui obstrue rapidement le filtre à carburants et les petites conduites. Les produits acides du métabolisme sont responsables de corrosion.

Assurance qualité

Pour la traçabilité des éventuels problèmes, il est indispensable d'appliquer une assurance qualité constante. Pour garantir le fonctionnement d'un tel système, il est nécessaire de prélever à deux reprises des échantillons de 0,5 litres sur chaque lot (huile de colza, kérosène **et** mélange final). Toutes les livraisons et toutes les phases de la production de carburant sont consignées dans un journal avec mention de la date et de la personne responsable. Les échantillons doivent être conservés jusqu'à consommation complète et sans problème du lot de carburant.

Des demandes concernant les sujets traités ainsi que d'autres questions de technique et de prévention agricoles doivent être adressées aux conseillers cantonaux en machinisme agricole indiqués ci-dessous. Les publications peuvent être obtenues directement à la FAT (Tänikon, CH-8356 Ettenhausen). Tél. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90, E-Mail: doku@fat.admin.ch, Internet: <http://www.fat.ch>

FR	Berset Roger, Institut agricole, 1725 Grangeneuve	Tél. 026 305 58 49
GE	Agri Genève, 15, rue des Sablières, 1217 Meyrin	Tél. 022 939 03 10
JU	Koenig André, Institut agricole, 2852 Courtemelon	Tél. 032 420 74 65
NE	Benoît Steve, CNAV, 2053 Cernier	Tél. 032 854 05 30
TI	Müller Antonio, Office de l'Agriculture, 6501 Bellinzona	Tél. 091 814 35 53
VD	Louis-Claude Pittet, Ecole d'Agriculture, Marcellin, 1110 Morges	Tél. 021 801 14 51
	Hofer Walter, Ecole d'Agriculture, Grange-Verney, 1510 Moudon	Tél. 021 995 34 57
VS	Roduit Raymond, Ecole d'Agriculture, Châteauneuf, 1950 Sion	Tél. 027 606 77 70
SRVA	Mouchet Pierre-Alain, CP 128, 1000 Lausanne 6	Tél. 021 619 44 61
SPAA	Grange-Verney, 1510 Moudon	Tél. 021 995 34 28

Les «Rapports FAT» paraissent environ 20 fois par an. Abonnement annuel: Fr. 50.–. Commandes d'abonnements et de numéros particuliers: FAT, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen. Tél. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90.

E-Mail: doku@fat.admin.ch – Internet: <http://www.fat.ch>

Les Rapports FAT sont également disponibles en allemand (FAT-Berichte).– ISSN 1018-502X.