



HAL
open science

Evaluation d'un dispositif économiseur de gasoil dans les agroéquipements

Stéphanie O.L. Lacour, Frédéric Pascal, T. Langle

► **To cite this version:**

Stéphanie O.L. Lacour, Frédéric Pascal, T. Langle. Evaluation d'un dispositif économiseur de gasoil dans les agroéquipements. 2010, pp.5. hal-02594197

HAL Id: hal-02594197

<https://hal.inrae.fr/hal-02594197v1>

Submitted on 15 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Cemagref Antony 2008

Evaluation d'un dispositif économiseur de gasoil dans les agroéquipements

Stéphanie LACOUR, Fabien PASCAL, Thierry Langle

Introduction:

Dans le monde de l'agriculture, le pétrole constitue une source d'énergie indispensable. Son prix en constante augmentation incite les agriculteurs à trouver des moyens pour l'économiser. De nombreux systèmes économiseurs de carburants sont ainsi mis au point et proposés aux agriculteurs. Ce projet a consisté à évaluer un système largement répandu dans l'agriculture permettant d'économiser du carburant sur un tracteur: le système Vulcano. L'étude a été effectuée sur banc d'essais moteur au CEMAGREF. Un protocole d'évaluation inspiré des codes d'essais de performance OCDE a été mis en place. Un dispositif instrumental a été développé pour mieux documenter le fonctionnement du système Pantone. Les résultats de ces tests conduisent remettre en cause l'efficacité de ce système, tant au niveau consommation de carburant que pollution.

Présentation du procédé étudié

Le système à étudier est largement connu dans l'agriculture sous le nom de "dopage à l'eau " ou "système G-Pantone" (dérivé du moteur "Pantone" qui emprunte le nom de son créateur). Selon certaines informations provenant majoritairement d'internet et d'articles de presse générale ou agricole, il permettrait des baisses de consommations de l'ordre de 20% et une réduction notable des émissions de gaz polluants. Aucune publication scientifique ne permet d'évaluer ce type de dispositif.

Le principe de ces dispositifs est de récupérer la chaleur des gaz d'échappement en chauffant de l'eau contenue dans un réservoir (appelé bulleur, voir Fig1). Ensuite les vapeurs récupérées sont injectées dans l'admission après avoir traversées un dispositif appelé " réacteur ". Ce dispositif est composé d'un tube d'acier à l'intérieur duquel est fixée concentriquement une barre d'acier d'un diamètre suffisant pour qu'il ne reste qu'un espace de 1 à 2 millimètres environ entre cette tige et la paroi intérieure du tube. Le réacteur est installé dans un autre tube métallique où circule à contre courant les gaz d'échappement du moteur. Il est donc chauffé à haute température (~400°C). C'est cette chaleur qui chauffe les vapeurs extraites du bulleur et qui changerait leurs composition, améliorant ainsi la combustion dans le moteur une fois mélangée à l'air d'admission.

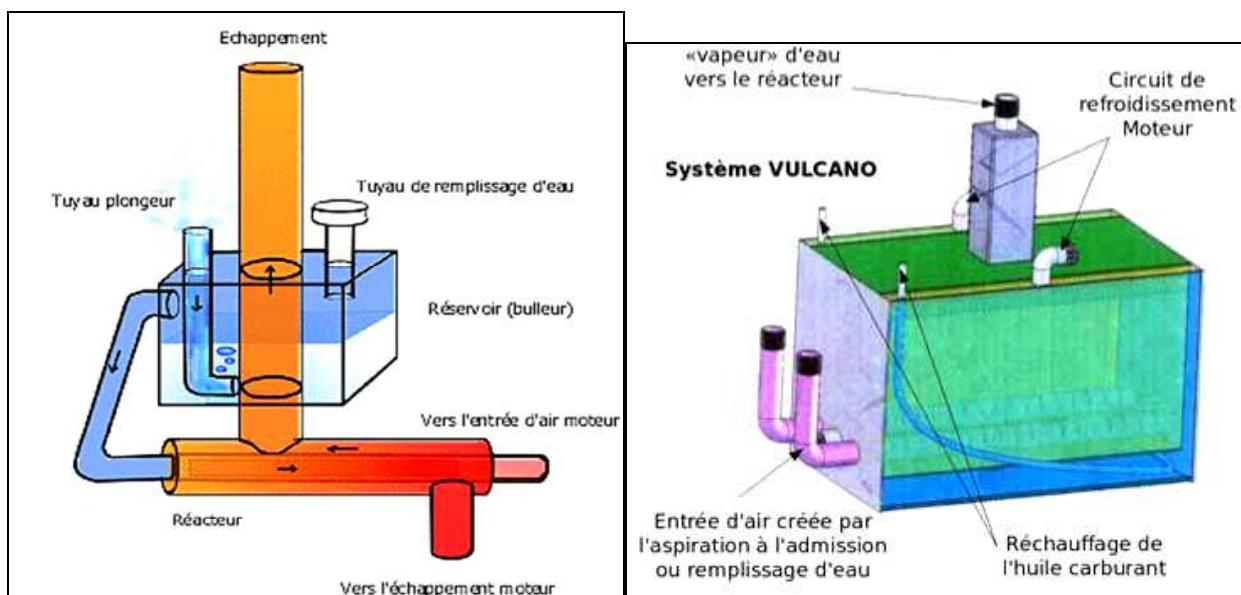


Fig1: Principe du procédé de dopage à l'eau(à gauche) et système Vulcano (à droite)

Pour des raisons pratiques, nous avons choisi de tester un système de dopage à l'eau commercialisé par une entreprise. L'appareil testé est le système "Vulcano" commercialisé par la société Echo2sphere. Le matériel nous a été prêté par cette société qui est venue l'installer sur un tracteur du Cemagref.

Protocole de mesures:

L'étude vise à documenter les performances du système Vulcano sur un tracteur. Le tracteur retenu est un tracteur ancien retenu pour l'ancienneté de sa conception. Il s'agit d'un tracteur Renault 851 d'une cylindrée de 4.15 l et développant une puissance 62.5 kW. Elle s'effectue sur banc d'essais à la prise de force: le tracteur est instrumenté et subit plusieurs essais afin de mesurer la puissance délivrée par le tracteur et la consommation sur différents points de fonctionnement du moteur. Le dispositif expérimental mis en oeuvre est identique à celui réalisé dans le cadre des tests conventionnels de performance de matériel, additionné de mesures spécifiques permettant de documenter le fonctionnement du système Vulcano. Des sondes de températures, mesures de débits d'air, mesures de pression sont ainsi ajoutés sur le circuit d'air Vulcano.

Trois cycles de mesures sont expérimentés: le premier est tiré du protocole OCDE "code2 essais de performance des tracteurs agricoles". L'ensemble moteur+Vulcano est testé sur la courbe de puissance maximum du moteur, et pour 6 points de fonctionnements à régime et charge partiels. Le second cycle d'essai est celui utilisé pour les essais réglementaires des émissions polluantes du moteur. Il correspond à la norme ISO8178. Ces deux cycles d'essais permettent de tester les performances à la prise de force pour des points de fonctionnement parfaitement stabilisés décrit sur la figure 2. Le dernier cycle d'essai est un cycle développé par le Cemagref pour tester les performances sur des régimes transitoires. Les consignes de couple et régime moteur correspondant à ce cycle sont précisées sur la figure 3.

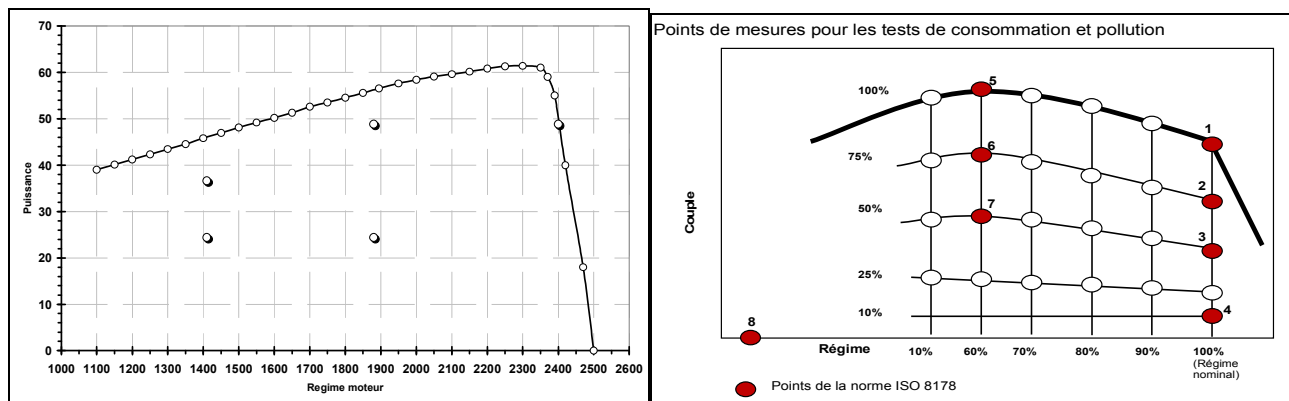


Fig.2: Points de mesures du protocole OCDE(à gauche) et du cycle C1 de la norme ISO8178 (à droite)

Les essais sont menés pour 4 configurations matérielles:

1) Tracteur d'origine:

Cette disposition comprend uniquement le tracteur dans son état d'origine. C'est-à-dire sans aucun élément du système VULCANO en place.

2) Tracteur sans Vulcano:

Dans cette disposition, Toutes les parties du VULCANO sont installées sur le tracteur mais le système n'est pas en fonctionnement. La vanne d'alimentation du circuit d'air dans le Vulcano est fermée.

3) Tracteur +Vulcano:

Ici, les essais sont effectués avec le système Vulcano en fonctionnement normal.

4) Tracteur +Vulcano+filtre:

Les essais sont aussi exécutés en occultant la moitié de l'entrée du filtre à air, afin de forcer le passage de l'air dans le système vulcano (voir 6.1.6). L'objectif est d'observer si les effets du système sont amplifiés lorsqu'on augmente la quantité d'air transitant par le Vulcano.

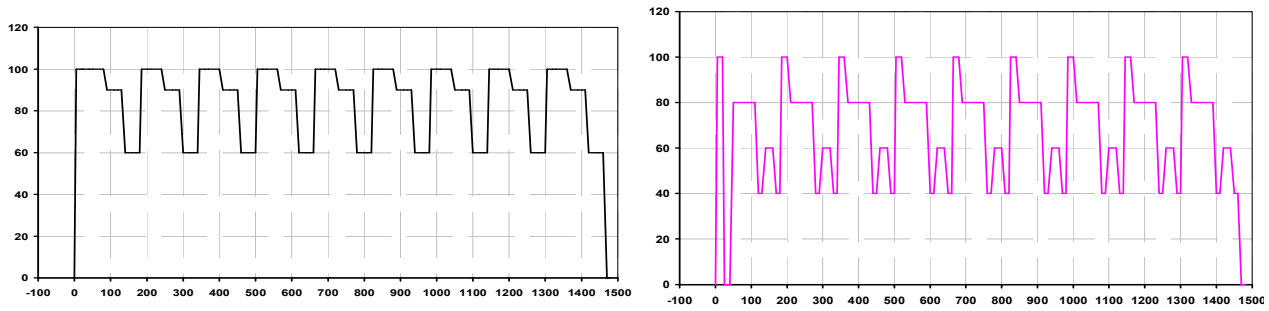


Fig.3: Evolution de la consigne de régime et de puissance pour le cycle transitoire

Résultats des mesures

Test OCDE:

Les résultats de mesures de ce test sont présentés sur la figure 4. Dans toutes les configurations testées, la puissance délivrée à la prise de force est identique, à la précision de la mesure près. Nous n'observons pas de différences significatives des consommations mesurées sur les différents points de fonctionnement. Le tableau suivant résume les valeurs des consommations horaires sur les 6 points du protocole OCDE, il n'y a aucune différence significative.

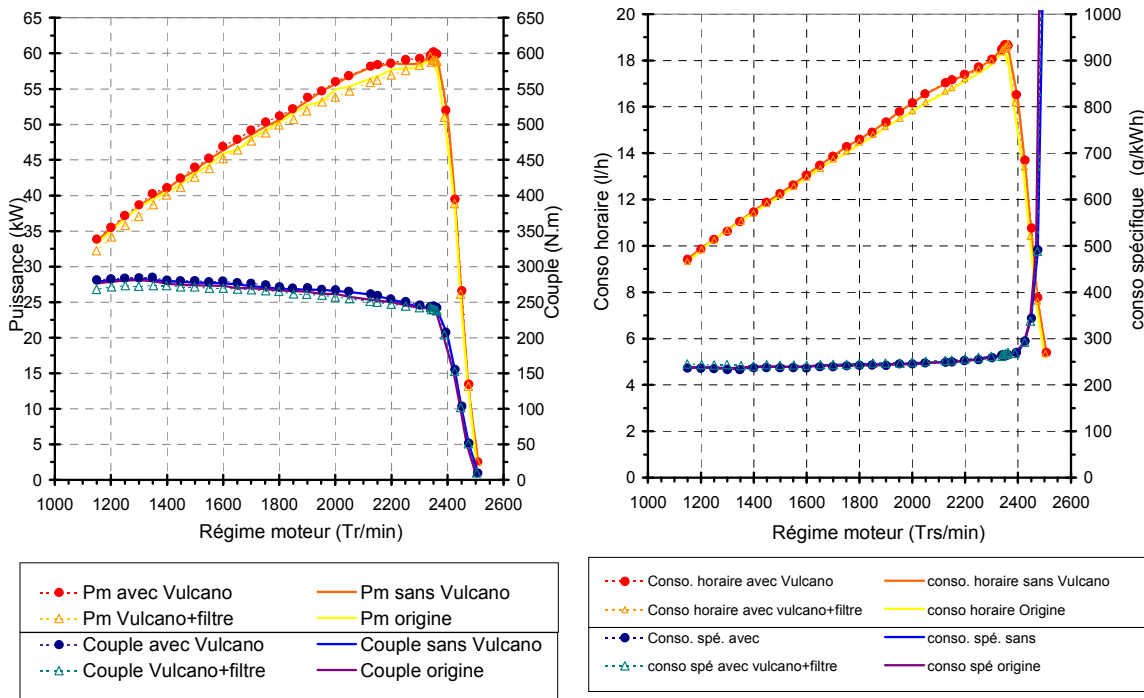


Fig.4: Puissance et couple (à gauche), consommation horaire et consommation spécifique (à droite) mesurées pour les 4 configurations matérielles sur le cycle d'essai OCDE.

Tableau 1 - Récapitulatif des consommations mesurées sur les 6 points à régime et charge partiels du cycle d'essai OCDE

| Mode des points | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------------------------------|------|------|------|-----|------|-----|
| Puissance (% de Pmax) | 100 | 80 | 80 | 40 | 60 | 40 |
| Régime (% de Nn) | 100 | 100 | 90 | 90 | 60 | 60 |
| Conso.horaire (l/h) Sans Vulcano | 18,6 | 15,3 | 14,3 | 8,5 | 10,1 | 6,7 |
| Conso.horaire (l/h) Avec Vulcano | 18,6 | 15,6 | 14,3 | 8,7 | 10,2 | 6,7 |

Test ISO8178:

Evaluation d'un dispositif économiseur de gasoil dans les agroéquipements

Les résultats de mesures de puissance, couple, consommation de carburant obtenus au cours de ces essais sont analogues aux résultats obtenus sur le test OCDE: nous n'observons pas de différence significative ni sur les puissances, ni sur les consommations mesurées avec ou sans Vulcano.

Des mesures des émissions polluantes sont également effectuées. Les résultats de mesures sont représentés sur la Fig 5. Ces résultats obtenus sont corrigés de l'humidité de l'air: on tient compte de l'humidité apportée dans l'air d'admission par le passage dans le bulleur en faisant l'hypothèse que l'air traversant le bulleur ressort saturé en humidité. Le débit d'air traversant le système Vulcano est de l'ordre de 2 à 5% du débit total à l'admission en condition normale de fonctionnement. La quantité d'air passant à travers le système est donc faible; C'est ce qui nous a amené à forcer le débit d'air traversant le Vulcano: en obturant partiellement le filtre à air, le débit d'air dans le Vulcano monte à environ 18 - 25 % du débit total.

Les émissions polluantes sont beaucoup plus sensibles aux différentes configurations matérielles testées. Les émissions de NOx sont systématiquement plus élevées pour le tracteur dans sa configuration d'origine. Cette tendance se retrouve également sur les émissions de CO. On observe également que l'obturation partielle du filtre à air conduit à des valeurs d'émissions polluantes qui sont systématiquement plus faibles. La seule exception s'observe pour les points de fonctionnement à faible couple: là, les émissions de CO sont nettement plus élevées dans les tests avec obturation du filtre à air. Il est probable que pour ces faibles charges, l'obturation conduit à une trop faible alimentation en air du moteur. La combustion pourrait alors souffrir du manque d'oxygène. Dans l'ensemble, les mesures montrent une réduction des émissions polluantes lorsque le dispositif Vulcano est installé. Ces effets nous paraissent liés à l'introduction de pertes de charges supplémentaires dans le circuit d'admission d'air, mais aussi dans le circuit d'échappement du fait de la présence du réacteur. L'effet de réduction de la pollution est à peu près identique que le dispositif Vulcano fonctionne ou pas.

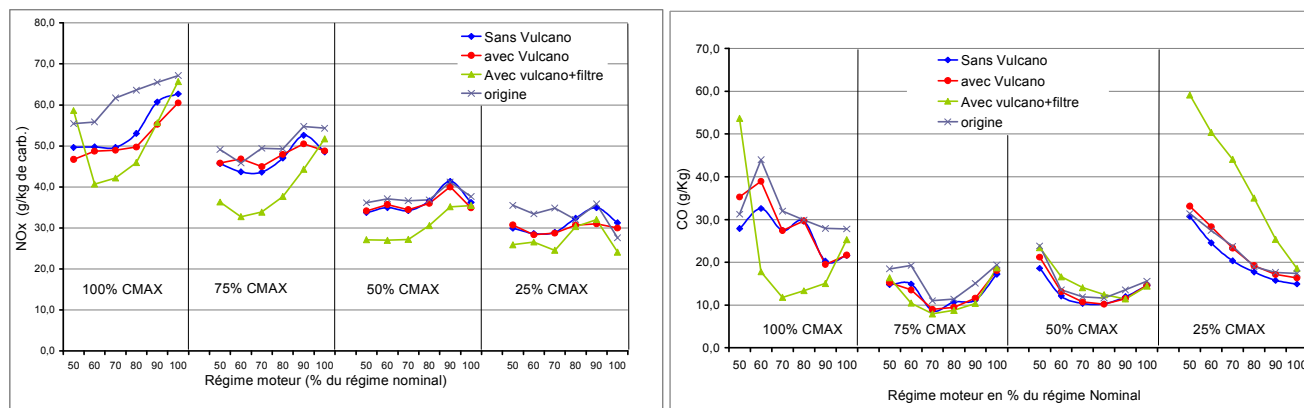


Fig.5: Emissions de NOx (à gauche) et de CO (à droite) émises sur le cycle ISO8178 pour les différentes configurations matérielles. Cmax représente le couple maximum.

En résumé, on détermine les facteurs d'émissions du tracteur tels qu'ils sont définis dans les normes relatives aux émissions polluantes des véhicules non routiers. On retrouve la diminution des facteurs d'émissions entre la configuration d'origine et le tracteur équipé du Vulcano, que ce dernier soit en fonctionnement ou non. On observe aussi l'effet bénéfique sur la pollution de l'obturation partielle du filtre à air. Néanmoins, les diminutions des émissions restent très modérées. Elles ne permettent pas d'atteindre les seuils réglementaires fixés aux tracteurs actuellement commercialisés.

Tableau 2 - Emissions polluantes à l'échappement du tracteur

| | Sans Vulcano | Avec Vulcano | Vulcano+filtre | Origine | Facteur d'émission Tracteur testé | Norme Tiers3 Actuellement en vigueur |
|-------------|--------------|--------------|----------------|---------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| CO (g/kWh) | 5.8 | 5.8 | 5.3 | 7.5 | 5.06 | 5. |
| NOx (g/kWh) | 13.2 | 13.1 | 12.9 | 14.4 | 14.4 | 3.3 |

Test en régime transitoire:

Les derniers essais effectués ont vocation à mesurer les effets de charge et décharge du moteur sur la consommation de carburant. Le système de pilotage du banc d'essai fait que la durée des cycles d'essai en transitoire peut légèrement varier d'un cycle à l'autre. c'est pourquoi les cycles de mesures ont parfois été doublé pour garantir un maximum de reproductibilité des mesures. Dans cette série de résultats comme dans les autres essais, l'effet du dispositif sur la consommation de carburant est négligeable. Le fonctionnement du Vulcano induit par contre une consommation en eau supplémentaire de l'ordre de 0.7 l/h, valeur cohérente avec les estimations annoncées par le concepteur du système.

Tableau 3 - Résultats des essais réalisés en régime transitoire: mesures des consommations de carburant et d'eau sur l'ensemble du cycle d'essai

| Comparaison sur cycle transitoire | | | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------|----------------------|---------|
| configuration | Sans VULCANO | Avec VULCANO | Avec VULCANO +filtre | Origine |
| Durée du cycle (s) | 1529 1531 | 1526 1531 | 1524s | 1529 |
| Consommation de gasoil (l) | 5,24 5,23 | 5,26 5,24 | 5,24 | 5,25 |
| Consommation d' eau (l/h) | - | 0.7 0.6 | 0.8 | - |

Conclusions sur le système

Le dispositif économiseur de carburant a été testé sur des protocoles de mesures conventionnellement utilisés pour estimer la performance et les émissions polluantes des tracteurs agricoles. Une instrumentation spécifique a également été mise en place pour évaluer le fonctionnement et l'intérêt du dispositif sur des cycles de charges et décharge du moteur du tracteur. Les résultats de mesures s'avèrent décevants. Nous n'avons pas pu mettre en évidence de réduction notable de la consommation de carburant ni d'augmentation de la puissance du tracteur testé. La quantité d'air transitant à travers le Vulcano reste faible par rapport au volume total d'air à l'admission du moteur. Un forçage réaliser pour augmenter la proportion d'air passant par le système n'améliore pas les performances de ce système. Un léger effet de réduction a été observé sur les émissions polluantes du tracteur équipé du dispositif Vulcano. Mais cette réduction semble en relation avec des effets de pertes de charge du dispositif sur le circuit d'alimentation et d'échappement puis que les valeurs obtenues sont très similaires, que le Vulcano fonctionne ou non. La réduction des émissions polluantes reste très modérée lorsqu'elle est mise en regard des réglementations actuellement en vigueur.