

Réflexions et essais sur les magnétiseurs ou ioniseurs de carburant

Prof. Hervé Jeanmart
Université catholique de Louvain
Août 2007

Introduction

Cette note est une présentation simplifiée des arguments permettant de conclure que « la magnétisation » ou « l'ionisation » d'un carburant n'a aucune incidence sur la qualité de la combustion et au-delà sur le rendement d'un moteur à combustion interne. Elle est destinée à un large public et ne pourra donc pas satisfaire les lecteurs plus exigeants. Sachant que des acquis dans le domaine des moteurs sont nécessaires pour une compréhension plus fine du sujet, ceux qui les possèdent ne devraient pas avoir besoin de ce document pour établir leur opinion sur la problématique abordée ici.

Ce document fait suite à la grande publicité qui a été donnée aux systèmes à insérer dans la ligne d'admission du carburant d'un moteur et qui selon les promoteurs permettraient une économie substantielle de carburant pour des conditions de conduite usuelles (ville et autoroute). Cette économie est classiquement présentée comme supérieure à 10% dans les publicités pour ces systèmes. Ce document fait également suite à de nombreuses discussions sur le sujet et à une volonté de fournir une opinion scientifique claire.

La puissance d'un moteur

La puissance développée par un moteur et son rendement dépendent des paramètres constructifs et des conditions d'utilisations. Chacun sait qu'actuellement les petits moteurs Diesel équipés de turbos à géométries variables sont plus performants que leurs équivalents à essence. Cette différence est due au taux de compression du moteur, aux proportions entre carburant et air, aux caractéristiques du turbo et à bien d'autres éléments. De même un moteur à pleine puissance (vitesse maximale du véhicule) ou à très faible puissance (en ville) a un moins bon rendement que lors de son utilisation à charge partielle (120 km/h sur autoroute en cinquième).

Quel que soit le type de moteur, les motoristes expriment le travail réalisé par cycle moteur de la manière suivante :

$$W_{ind} = \eta_{ind} \eta_{comb} m_{carb} PCI .$$

Le travail réalisé par le moteur dépend de l'énergie du carburant admis dans les cylindres, $m_{carb} PCI$, et de deux rendements, le rendement indiqué, η_{ind} , et le rendement de combustion, η_{comb} .

Le rendement indiqué est une image de la qualité thermodynamique du cycle. C'est au travers de ce rendement que la différence entre moteur à essence et moteur diesel se marque principalement. Le rendement de combustion représente la qualité de la combustion du

carburant. Il est la fraction de l'énergie chimique du carburant qui est réellement libérée sous forme thermique lors de la combustion.

La puissance est déduite du travail en multipliant celui-ci par le nombre de cycles par seconde. Pour un moteur à quatre temps (un cycle thermodynamique complet pour deux tours du moteur), ce nombre de cycle est le suivant

$$v = \frac{1}{2} \frac{rpm}{60},$$

où rpm représente le nombre de tours par minute. La puissance délivrée par le moteur est donc simplement

$$P_{ind} = (\eta_{ind} \eta_{comb} m_{carb} PCI) v.$$

En pratique, on doit déduire les pertes par frottements mécaniques au sein du moteur qui ne sont pas incluses dans l'expression ci-dessus. On lui préférera donc

$$P_{eff} = \eta_{eff} \eta_{comb} m_{carb} PCI v.$$

Où le rendement effectif représente la qualité de la conversion de la puissance thermique libérée lors de la combustion du carburant en une puissance à l'accouplement du moteur. Ce rendement est simplement le produit entre le rendement indiqué et le rendement mécanique

$$\eta_{eff} = \eta_{mec} \eta_{ind}.$$

Les paramètres influençant la puissance

Toute modification/amélioration qui vise à augmenter la puissance du moteur pour une vitesse de rotation fixée (et donc une vitesse sur route fixée une fois le rapport de boîte fixé) doit se répercuter sur l'une des grandeurs mises en évidence ci-dessus :

$$\eta_{eff} \quad \eta_{comb} \quad m_{carb} \quad PCI.$$

Pour simplifier notre problème, nous pouvons commencer par les deux constats suivants :

- Le PCI (kJ/kg) du carburant est une grandeur intrinsèque. Il est impossible de la modifier sans changer la composition du carburant. Cette valeur est donc une constante. Elle dépend de la réaction chimique d'oxydation complète du carburant.
- Augmenter la puissance du moteur en augmentant la quantité de carburant admise est aisé, ce n'est cependant pas l'objectif affiché par les promoteurs de la magnétisation ou de l'ionisation du carburant. Au contraire, ils annoncent une diminution de la consommation qui doit, pour une puissance donnée, être obtenue par une action sur les autres facteurs.

Tout élément externe qui prétend améliorer les performances du moteur doit donc avoir nécessairement une incidence positive sur l'un des deux rendements cités ci-dessus.

Le rendement de combustion est actuellement proche de l'unité (au-delà de 98%). En effet, la première tâche d'un motoriste est de s'assurer que le carburant brûle correctement afin de pouvoir l'exploiter au mieux. Selon Heywood (Internal Combustion Engine Fundamentals, Mc Graw-Hill, 1988), page 82, le rendement de combustion est toujours supérieur à 98%

aussi bien pour les moteurs diesel que pour les moteurs à essence. Il écrit (page 509) qu'un déficit de combustion de 0,5% serait inacceptable du point de vue des suies dans le cas des moteurs Diesel à pleine charge. Le gain potentiel sur ce rendement est donc très marginal voire inexistant aujourd'hui. Le fait que le rendement d'un moteur soit relativement faible pour les applications automobiles courantes ne s'explique donc pas par un défaut de combustion. Les polluants émis par les véhicules le sont en quantités faibles tout à fait compatibles avec un rendement de combustion élevé.

Il reste donc le rendement effectif qui est une image du cycle thermodynamique et des pertes par frottements mécaniques du moteur. Afin de modifier ce rendement pour un moteur donné, il faut modifier le cycle thermodynamique parcouru par les gaz dans le cylindre ou améliorer la lubrification du moteur. Le second aspect ne nous concerne pas ici.

La qualité thermodynamique d'un cycle moteur dépend de nombreux paramètres et il est difficile de la déterminer de manière simple. La plupart des recherches portent actuellement sur ce sujet, en relation avec les économies de carburant, les carburants alternatifs et les polluants. Du point de vue du carburant, le moment exact du début de la combustion et la durée de combustion sont des éléments importants pour le cycle thermodynamique. Si un élément magnétiseur ou ioniseur placé dans la ligne d'admission devait influencer le rendement effectif, il devrait jouer sur ces deux points.

Cependant, les moteurs sont aujourd'hui équipés d'éléments permettant un contrôle précis de ces paramètres et permettant une optimisation permanente du fonctionnement. On peut citer les détecteurs de cliquetis et les cartographies d'avance à l'allumage pour les moteurs à essence et les injections séquentielles pour les moteurs diesel. Un élément externe pourra au mieux maintenir cette qualité dans le contrôle mais peut aussi la réduire.

Pour changer substantiellement le rendement il est conseillé de jouer sur des paramètres importants et fondamentaux: le taux de compression, la suralimentation, la taille du moteur, la proportion entre air et carburant. C'est la piste suivie par les motoristes depuis plusieurs années avec des résultats probants en terme d'économie carburant.

Essais sur banc

Afin de confirmer les arguments développés ci-dessus, un système magnétiseur a été testé sur banc d'essais dans nos laboratoires. Le banc est constitué d'un moteur à essence Citroën de 1,6l de cylindrée qui équipe normalement la série C3. La puissance développée par le moteur est absorbée par un frein électrique. Ce banc est doté de divers équipements de mesure. Pour notre analyse, seules les mesures de puissance, de débit de carburant et de vitesse de rotation sont utiles.

Dans le cadre de ces essais, la vitesse de rotation du moteur est maintenue constante par une consigne imposée au frein. La position de la pédale (comme sur une voiture) est ensuite ajustée pour fournir le couple choisi. De manière plus précise, nous avons choisi de simuler le comportement sur une route horizontale à 90km/h d'une voiture similaire à une C3. La puissance nécessaire à l'arbre moteur (incluant les pertes aux roues, les pertes aérodynamiques et les auxiliaires) est d'environ 12.6 kW. En considérant une vitesse de rotation de 3000 tours par minute, le couple nécessaire est de 40 Nm.

Vingt essais ont été réalisés en alternant de manière aléatoire les essais avec ou sans magnétiseur afin déterminer si un écart statistiquement significatif existait entre les deux configurations. Tous les essais ont été réalisés pour des caractéristiques de fonctionnement identiques à celle exposées ci-dessus. Pour chaque essai, les grandeurs utiles ont été mesurées 10 fois. Les résultats statistiques ci-dessous sont donc basés sur deux cents mesures (cent avec et cent sans le magnétiseur) des grandeurs pertinentes. Le tableau ci-dessous illustre les mesures réalisées en indiquant les valeurs moyennes (sur 10 mesures) pour chacun des 20 essais.

	rpm	Couple	pme	P	dt	jauge	mcar	Pcar	♦
	(/min)	(Nm)	(kPa)	(kW)	(s)	(l)	(kg/s)	(kW)	(-)
AVEC	3000	41.1	325	12.91	11.752	0.02	0.0012	52.37	0.25
SANS	3000	41.5	329	13.04	11.947	0.02	0.0012	51.48	0.25
SANS	3000	41.1	325	12.91	11.959	0.02	0.0012	51.43	0.25
SANS	3000	40.7	322	12.79	11.922	0.02	0.0012	51.59	0.25
SANS	3000	41.3	327	12.97	11.987	0.02	0.0012	51.30	0.25
AVEC	3000	40.2	318	12.63	12.014	0.02	0.0012	51.18	0.25
AVEC	3000	39.8	315	12.50	12.139	0.02	0.0012	50.66	0.25
AVEC	3000	40.1	318	12.60	12.144	0.02	0.0012	50.64	0.25
SANS	3000	40.2	318	12.63	12.194	0.02	0.0012	50.44	0.25
AVEC	3000	41.1	325	12.91	11.895	0.02	0.0012	51.71	0.25
SANS	3000	40.2	318	12.63	12.075	0.02	0.0012	50.93	0.25
SANS	3000	39.7	314	12.47	12.271	0.02	0.0012	50.12	0.25
SANS	3000	39.9	316	12.53	12.208	0.02	0.0012	50.38	0.25
SANS	3000	41.6	329	13.07	11.958	0.02	0.0012	51.43	0.25
AVEC	3000	40.8	323	12.82	11.946	0.02	0.0012	51.48	0.25
AVEC	3000	42.4	336	13.32	11.703	0.02	0.0013	52.55	0.25
SANS	3000	39.8	315	12.50	12.067	0.02	0.0012	50.97	0.25
AVEC	3000	41.4	328	13.01	11.773	0.02	0.0012	52.24	0.25
AVEC	3000	40.8	323	12.82	11.906	0.02	0.0012	51.66	0.25
AVEC	3000	40.8	323	12.82	11.912	0.02	0.0012	51.63	0.25

La première colonne indique si la ligne d'admission est équipée (AVEC) ou non (SANS) du magnétiseur. La seconde colonne indique la vitesse de rotation, la troisième, le couple mesuré, la quatrième, la puissance au frein. Les trois dernières colonnes indiquent le débit de carburant, la puissance brute du carburant et le rendement déduit du moteur.

Afin de déterminer, s'il existait une différence significative entre les deux séries de résultats, les données ont été analysées en se basant sur les recommandations de la GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement). Premièrement, les valeurs moyennes et incertitudes de mesure (types A et B) ont été évaluées pour les grandeurs mesurées. Elles sont reprises dans le tableau ci-dessous

		AVEC	SANS
Couple (Nm)	moyenne	40.85	40.60
	incertitude	0.60	0.60
mc (kg/s)	moyenne	0.001229	0.001214
	incertitude	0.000005	0.000004
rpm (t/min)	moyenne	3000.0	3000.0
	incertitude	11.6	11.6

L'incertitude sur le couple relève d'une incertitude de type B de ± 0.5 Nm et d'une incertitude de type A basée la répétabilité de la mesure. L'incertitude sur la mesure du débit de carburant est basée sur une incertitude de type A uniquement, tandis que celle pour la mesure de la

vitesse de rotation est basée sur une incertitude de type B de ± 10 rpm. Les incertitudes de type A sont faibles suite aux nombres de mesures (100) et à la cohérence de celles-ci.

Sachant que la puissance et le rendement se calcule par

$$P = C \frac{rpm \cdot 2\pi}{60} \quad \text{et} \quad \eta = \frac{P}{m_c PCI} ;$$

leurs moyennes respectives et les incertitudes composées associées sont les suivantes :

		AVEC	SANS
P (W)	moyenne	12833	12754
	incertitude	195	196
η (-)	moyenne	0.24865	0.25007
	incertitude	0.00379	0.00384

En comparant l'écart entre les rendements obtenus avec et sans magnétiseur à la norme de l'incertitude sur l'écart, on peut établir si statistiquement il y a une différence entre les deux séries de mesures :

$$\frac{|\eta_{avec} - \eta_{sans}|}{\sqrt{U_{avec}^2 + U_{sans}^2}} = 0.26 .$$

La valeur de ce paramètre étant largement inférieure à un, on en conclut qu'il n'existe aucune différence statistique entre les deux séries de mesures et que le magnétiseur n'a donc aucune incidence sur le fonctionnement et les performances du moteur.

Conclusions

Suite à ce qui a été exposé ci-dessus, on peut conclure que les systèmes étudiés n'ont aucune incidence sur le comportement d'un moteur. Ils ne modifient en rien la qualité de la combustion, déjà quasi parfaite, ni le cycle moteur. Le seul effet que ces systèmes pourraient avoir est psychologique (du type placebo) mais je ne suis pas compétent dans ce domaine d'expertise.