

Courte note sur l’Huile Végétale Pure (HVP ou HVB) comme carburant pour moteurs modifiés à combustion interne

Par le Dr. Peder Jensen,

Commission Européenne, DG JRC/IPTS

<http://www.jrc.es>

27.01.2003

Résumé:

Cette note contient un court résumé des principales caractéristiques de l’Huile Végétale Pure (HVP ou HVB) comme carburant utilisé dans les moteurs à combustion interne de l’automobile.

Les principales conclusions sont les suivantes :

- D’une part, l’HVP (ou HVB) donne des résultats supérieurs aux autres carburants alternatifs, aussi bien dans le domaine de la technique que dans le domaine de l’environnement.
- D’autre part, l’utilisation de l’HVP (ou HVB) nécessite une modification des moteurs ainsi qu’une infrastructure de distribution séparée.

Il y a donc peu de raisons pour voir l’HVP (ou HVB) comme le principal carburant du futur. D’un autre côté, l’HVP (ou HVB) est un carburant qui a ses avantages, et donc doit avoir un traitement équivalent comparé aux autres carburants neutres en CO₂.

Ce document a été élaboré par The Institute for Prospective Technological Studies à Seville, Espagne. IPTS fait partie de the Joint Research Centre de la Commission Européenne. Ce document a été élaboré suite à la demande de la Commission Européenne, DG TREN D1, pour répondre aux questions relatives à l’utilisation de l’HVP (ou HVB) comme carburant pour l’automobile. La responsabilité des conclusions appartient à l’IPTTS.

Huile Végétale Pure (HVP) ou Huile Végétale Brute (HVB)

Définition du carburant :

L'intérêt pour les plantes ou les huiles végétales date des années 70 et vient du secteur agricole, qui en est encore l'un des seuls principaux acteurs. Initialement, on pensait qu'il était possible d'utiliser ces huiles directement avec un faible traitement.

Les tests approfondis menés par l'industrie de l'automobile ont démontré que les moteurs non modifiés, bien que fonctionnant de manière satisfaisante, développaient rapidement des problèmes durables, problèmes avec les injecteurs à gazole, les segments et la stabilité de la lubrification. Pour ces raisons, les moteurs doivent être modifiés. De telles modifications peuvent être faites dès à présent, surtout en Allemagne, par un certain nombre d'équipements. Actuellement, plus de 5000 véhicules utilisent de l'huile végétale pure en Allemagne. [ELS] Néanmoins, on peut encore trouver des exemples d'affirmation que l'HVP (ou HVB) peut être utilisée dans tout moteur non modifié. A titre d'exemple, le programme Top Gear sur la BBC en novembre 2002, en faisait la démonstration mais sans montrer aucun test de durabilité du concept.

Les partisans de l'HVP (ou HVB), après quelques années d'expérience pratique d'utilisation de l'HVP (ou HVB) dans un grand choix de moteurs modifiés mettent en avant et mentionnent spécialement un certain nombre d'avantages de l'HVP (ou HVB) par rapport au biodiesel :

- Le procédé est simple à toutes les étapes, pression à froid (<50°C et filtration). C'est pourquoi, la production peut être facilement décentralisée et créer des emplois en milieu rural.[FC1]
- La production décentralisée permet de réduire le transport de matière première. Comme exemple, le rendement de production de l'huile de colza est autour d'1 t d'huile, 2 t de protéines pour l'alimentation animale et 4 t de paille par ha. Ainsi de gros volumes ont besoin d'être transportés, l'amélioration de cette étape est cruciale pour le bilan énergétique global [FC1].
- Basse consommation d'énergie dans la production optimisée : gazole 12%, HVP (ou HVB) 13%, biodiesel 26%. L'HVP (ou HVB) est donc comparable au gazole sur ce point [FC2].
- Selon le VwVwS, qui est le règlement national allemand sur la classification des risques sur l'eau, l'HVP (ou HVB) est inoffensive pour les « nappes phréatiques » (classe NWG) ce qui veut dire qu'une marée noire ne cause pas de dommages à l'environnement. En comparaison, le biodiesel, dans la classification des risques sur l'eau, appartient à la classe WG1 comme l'huile visqueuse brute, le fuel lourd et un certain nombre d'autres huiles minérales et chimiques. [FC4]
- Les moteurs modifiés peuvent rouler au gazole classique, par exemple pendant les vacances, dans les régions sans point de distribution d'HVP (ou HVB). [FC1]

Dans cette optique, l'HVP (ou HVB) comme carburant pour véhicule représente une option intéressante.

Différentes étapes de production :

En théorie, une large gamme de produits agricoles peut être utilisée pour la production de l'HVP (ou HVB), mais en réalité, seulement l'huile de colza est utilisée. La production est relativement simple, elle consiste simplement à faire pousser et récolter les graines, presser l'huile à basse température et filtrer le produit final pour enlever les impuretés. Donc, la technologie de production peut-être appliquée à presque toutes les tailles d'usines.

La production à petite échelle, dans une structure décentralisée engendre généralement une baisse de rendement de l'huile car la pression à froid ne peut extraire toute l'huile des graines. Les rendements moyens sont autour de 77%, bien que des valeurs de 87% puissent être atteintes. Pour les gros moulins à huile, utilisant de l'hexane en solvant d'extraction, le rendement est généralement autour de 98% de l'huile totale contenue dans les graines. [BW] L'utilisation de l'hexane pour l'extraction augmentera le coût du processus et l'hexane utilisé pour l'extraction devra être enlevé afin que les aliments protéiques puissent être utilisés comme alimentation animale. Il peut donc être plus économique d'éviter cette étape dans le cas où les tourteaux sont utilisés comme compléments alimentaires.

La production est limitée par la disponibilité de la terre agricole en termes : d'étendue totale des terres utilisables, de concurrence avec les autres produits (aliments, etc...), de besoins de rotation des cultures (le colza peut seulement pousser tous les 5-7 ans sur la même terre) et par les accords de Blair House limitant la surface de production d'oléagineux en Union Européenne.

Pour le marché allemand, il existe une qualité standard (RK Qualitätsstandard) [LTV] que l'HVP (ou HVB) doit atteindre. Ce n'est pas un problème pour l'huile pure de colza pressée à froid, mais cela peut être un problème pour quelques huiles pressées à haute température, disponibles sur le marché. Donc, l'adoption d'une gamme plus large nécessiterait une séparation des différentes huiles sur le marché, pour assurer une qualité constante.

Place de l'HVP (ou HVB) sur le marché :

Aujourd'hui, l'HVP (ou HVB) représente un créneau insignifiant sur le marché des carburants pour le transport. La majorité des véhicules roulant à l'HVP (ou HVB) sont des véhicules modifiés, les jeux d'équipements de conversion sont disponibles pour beaucoup de modèles de moteurs courants [VW]. Ainsi, en théorie, beaucoup de moteurs diesel peuvent être convertis à l'HVP (ou HVB), nouvelles versions TDI incluses, et cette technologie est facilement accessible à tout le monde.

Un des principaux fournisseurs d'équipements de conversion (Elsbett en Allemagne), vend aussi un moteur spécifique pour rouler à l'HVP (ou HVB). Le fabricant de tracteurs Deutz-Fahr commercialise un tracteur spécialement adapté pour l'HVP (ou HVB) comme programme d'introduction sur le marché.

Performances environnementales :

La littérature scientifique sur l'impact environnemental des véhicules roulant à l'HVP (ou HVB) est un peu sommaire et semble, pour une grande part, relativement ancienne : seulement, quelques travaux remontent à 15-20 ans, et concluent généralement que le fonctionnement à l'HVP (ou HVB) n'est pas réalisable. La plupart de ces travaux ont toujours été conduits sur des moteurs non modifiés, ce qui n'est pas comparable avec les moteurs modernes modifiés. Dans un rapport récent d'une étude finlandaise sur l'huile de graines de moutarde (MSO) dans un moteur agricole diesel 4,4 L DI, sans tests de durabilité mais des valeurs d'émissions, il est noté que ce moteur modifié avec des injecteurs à jets larges et un léger changement de préchauffage est tout aussi performant que le moteur d'origine (BMEP = 13 bar, P = 25.7 kW/L, Md = 100 Nm/L, ζ = 42%). En terme d'évaluation, les émissions de HC et NOx étaient plus basses avec l'HVP (ou HVB) qu'avec le gazole ; quelques augmentations d'émissions de CO furent rapportées pour des charges faibles à régime moyen et pour de fortes charges à bas régime. Cependant, malgré des fumées plus faibles ou équivalentes, le test de combustion de MSO montre des mesures considérablement hautes de particules ultra-fines (<100nm). Les travaux japonais sur l'HVP (ou HVB) et les mélanges signalent des problèmes d'oxygénation du lubrifiant avec l'HVP (ou HVB) dus à l'eau qu'elle contient [EN].

Dans un test sur un autre moteur modifié (VW Golf 1,6D) pratiqué par EMPA en Suisse, le résultat se traduisait par une réduction significative (20-60%) de toutes les émissions comparées à celles du gazole, excepté pour le CO₂ qui était identique. Très peu de détails sont disponibles : il n'est donc pas possible d'évaluer complètement ce test. Par exemple, il n'est pas possible de voir si les émissions notées pour le gazole proviennent d'un moteur modifié ou d'un moteur comparable non modifié [FC3].

Dans un test effectué par MAN B&W sur un moteur de bateau, il a été démontré une performance plus efficace mais des émissions NOx plus élevées comparées à celles du gazole utilisé par la marine. On a supposé, toutefois, que ces chiffres pourraient être comparables dans le cas où un nombre de modifications de configuration d'injection à jets et de pression ont été effectuées. Il n'y a toutefois, pas de test de ces modifications disponible.

Un aspect environnemental souvent mentionné par rapport au gazole classique, est qu'on rencontre des valeurs NOx relativement élevées. Pour remédier à ce problème, les procédés catalytiques peuvent être utilisés. Cela requiert, toutefois, un carburant à basse teneur en soufre, pour que le catalyseur ait une durée de vie raisonnable. C'est une des raisons de l'intérêt croissant pour un carburant à basse teneur en soufre. Dans ce contexte, l'HVP (ou HVB) est un excellent carburant car il contient très peu de soufre. Normalement, l'HVP (ou HVB) contient 5-10 ppm de soufre et, à ce titre, atteint toutes les prochaines limites envisagées pour les futurs carburants.

L'utilisation de l'HVP (ou HVB) :

L'utilisation est comparable à celle du gazole classique, excepté la nécessité de modifier légèrement le moteur. Le coût des modifications est de l'ordre de 1500 à 6000 € [FC1] [VW], tout dépend du type de moteur, de l'atelier, etc... et à ce titre, un coût supplémentaire pour le propriétaire du véhicule. (quelques ateliers proposent des kits à monter soi-même à un prix moindre). Dans une production d'OEM à grande échelle, le coût pourrait être juste un peu plus élevé que pour un moteur diesel ordinaire, dû au besoin d'un équipement de pré-chauffage pour le carburant (l'auteur de [FC3] estime le coût supplémentaire à environ 300 €). Un moteur modifié pour utiliser de l'HVP (ou HVB) peut rouler au gazole, et les mécanismes généraux des moteurs sont identiques. Toutefois, il faut supposer que les modifications faites sur les injecteurs, etc... ont un effet sur les caractéristiques de la combustion loin du point optimum pour le diesel classique. Le diesel classique représente donc une solution de rechange lorsqu'on se déplace

dans des régions sans distributeurs d'HVP (ou HVB) , mais ne doit pas être considéré comme une utilisation normale pour le véhicule.

Le système de distribution pour l'HVP (ou HVB) est moins développé que celui du diesel classique. Dans le marché le plus développé (Allemagne), il y a environ 109 points de ravitaillement, quelques uns d'entre eux toutefois, avec des heures d'ouverture limitées (ex : limité aux heures d'ouverture de l'atelier pratiquant les modifications des moteurs). De plus, il y a un réseau de fournisseurs vendant l'HVP (ou HVB) en gros (ex : 1 000 L) obligeant les utilisateurs à avoir une cuve à la maison pour faire le plein [VW2].

Par conséquent, l'utilisation de l'HVP (ou HVB) est aujourd'hui plus contraignante que l'utilisation des produits traditionnels. Mais il faut reconnaître que la conversion est séduisante surtout pour les conducteurs :

- ayant des besoins importants en carburant qui peuvent bénéficier des prix moins élevés des HVP (ou HVB)
- Ou qui sont des « adeptes convaincus » de la technologie pour plusieurs raisons idéalistes.

Informations : du gisement au réservoir :

Aucune des meilleures études [ANL], [GME], [IEA], [ECO], etc, ne contient d'estimation du rendement de l'HVP (ou HVB). La raison de cette omission n'est pas précisée. La transformation de l'huile végétale en biodiesel est responsable d'une augmentation allant jusqu'à 50% (25-50% [IEA]) de l'énergie consommée dans la chaîne de production du carburant, c'est pourquoi, pour une meilleure efficacité, l'utilisation de l'HVP (ou HVB) est un potentiel qui devrait être pris en compte. Dans une note d'une des organisations de promotion de l'huile végétale [FC2], le bilan énergétique de l'huile de colza est calculé sur la base d'un modèle publié par le Ministère de l'Energie danois.

Sources	Energie consommée en MJ par GJ d'énergie rendue réservoir voiture.	Commentaires
[FC2]	Crédit total 40-90 Crédit partiel 57 -125 Pas de crédit 144 -229	2000 ;basé sur le modèle de calcul du Ministère danois de l'Energie EMBIO crédit : tous les co-produits sont pris en compte crédit partiel : pour la paille utilisée en CHP
[IEA]	Pas de crédit 300-415	1999, officiellement, le rapport ne présente pas le calcul, et les chiffres donnés tiennent compte de la production de nourriture pour animaux pour la filière biodiesel.

Il n'y a pas d'explication pour les grosses différences entre les deux scénarios «pas de crédit ». Toutefois, l'étude [IEA] peut inclure tout aussi bien d'autres étapes et peut aussi représenter la limite supérieure. D'autre part les « crédits » devraient être donnés pour l'aliment protéique et peuvent être considérés comme une part non négligeable de la production d'HVP (ou HVB) . C'est actuellement une production de co-produits d'aliments protéiques destinés à l'alimentation animale. Par conséquent, cela se substitue à l'importation d'aliments venant d'autres pays. A ce titre, on peut soutenir que la réelle compensation se situe au niveau de la dépense énergétique

liée à ce transport. Les chiffres [FC2] représentent une structure décentralisée où il y a très peu de transport de produits. Dans ce cas, cela ne concerne principalement que des niches de marché. Pour des applications à grande échelle, il est supposé être plus près du biodiesel, toutefois, avec un léger avantage dû à la simplicité du procédé employé.

Informations : du réservoir à la conduite :

Aucune évaluation officielle n'est disponible. Toutefois, l'huile de colza a un pouvoir calorifique volumique de 6% inférieur à celui du diesel (ce dernier est similaire à celui du biodiesel). Les indications montrent que l'efficacité énergétique est identique. Les affirmations selon lesquelles les caractéristiques de la combustion devraient être meilleures grâce à une plus haute teneur en oxygène du carburant amenant une combustion plus efficace, sont théoriquement vraies. Cependant, aucune preuve scientifique n'a été avancée. L'étude sur un moteur de bateau mentionnée précédemment, indique une combustion plus complète (l'indice de fumées Bosch est inférieur) sous des conditions de charge partielle et de pleine charge. Mais on ignore si ces résultats peuvent être appliqués aussi à un moteur automobile avec des modèles de charge différente.

De plus, si les travaux sur les moteurs non modifiés ne sont pas pris en compte, les problèmes de durabilité évoqués par la plupart des adversaires de l'HVP (ou HVB), n'ont pas été mentionnés dans la documentation disponible.

Résumé : du gisement à la conduite :

Utilisant les chiffres disponibles dans le rapport et considérant que tout le CO₂ libéré pendant la combustion est capturé lors de la croissance des plantes, seule l'émission nette est celle relative à la plantation, la moisson, le pressage etc...voici les chiffres qui ont pu être trouvés :

Source	Emission de gaz à effet de serre en g CO ₂ équivalent/km	Commentaire
[FC2]	DI ~ 8-43 (4 -20)	2002 ; basé sur l'interprétation des résultats.

Comme très peu d'informations sont disponibles, les résultats doivent être observés à titre indicatif. Toutefois, ces résultats doivent quand même motiver de futures analyses.

Conclusion :

L'information limitée disponible ici, fait part d'une alternative intéressante qui, toutefois, n'est pas beaucoup documentée. L'utilisation d'HVP (ou HVB) nécessite, cependant, une infrastructure de distribution séparée. De plus, l'utilisation de produits relativement peu élaborés peut entraîner des variations de qualité de l'huile provoquant des problèmes pour les moteurs et/ou l'environnement.

Références :

Les descriptions des différents carburants de ce rapport sont basés sur un certain nombre de rapports publiés, exposés, etc... A chaque référence, il a été donné une lettre code pour faire une identification facile de la source. Les codes sont inclus ci-dessous.

[ANL] *Well-to-Wheel Energy Use and Greenhouse Gas Emissions of Advanced Fuel/Vehicle Systems – North American Analysis*. Rapport en 3 volumes préparé par Argonne National Laboratory, June, 2001. Rapport disponible à : <http://www.transportation.anl.gov:80/ttrdc/pdfs/TA/163.pdf>

[BW] *Production of vegetable oils in decentral plants and aspects of quality management - Investigation of plants in practice to optimise the process*. Bernhard Widmann. University of Munich, Center of Agricultural Engineering. Presented at Biomass for Energy and Industry, 10th European Conference, 1998.

[ECO] *Well-to-Wheel Efficiency for alternative fuels from natural or biomass*. Ecotraffic publication 2001:85. Rapport disponible à : <http://www.ecotraffic.se/sv/index.htm>
<http://www.ecotraffic.se/eng/index.htm>

[ELS] *Homepage of Elsbett Technologie Gmbh*. Disponible à : www.elsbett.de

[FC1] *Homepage of Nordvestjysk Folkecenter for Vedvarende Energi*. Disponible en Danois à : www.folkecenter.dk

[FC2] *Note: Rape seed oil for transport 1: Energy balance and CO₂-balance*. Paper prepared by Jacob Bugge, Folkecenter for Renewable Energy. 2000. Disponible en Anglais à : http://www.folkecenter.dk/plant-oil/publications/energy_co2_balance.pdf

[FC3] *Notat vedørende emissioner fra forbrændingsmotorer, plante olie sammenlignet med diesel*. Paper on emissions of PPO by Niels Ansø, Nordvestjysk Folkecenter for Vedvarende Energi. 2000. Disponible en Danois à : www.folkecenter.dk

[FC4] *WGK (Wassergefährdungsklassen):The German Water hazard classes*. Disponible à : http://www.folkecenter.dk/plant-oil/WGK_ENG.htm

[GME] *GM Well-to-Wheel Analysis of Energy Use and Greenhouse Gas Emissions of Advanced Fuel/Vehicle Systems – A European Study*. Rapport en plusieurs volumes préparé par LBST Gmbh, Sept. 2002. Disponible à : www.lbst.de/gm-wtw

[IEA] *Automotive Fuels for the Future. The search for alternatives*. IEA 1999. Rapport disponible à : <http://www.iea.org/>

[LTV] *Quality Standard for Rapeseed Oil as a Fuel (RK-Qualitätsstandard)*. LTV-Arbeitskreis Dezentrale Pflanzenölgewinnung, Weihenstephan. <http://dec2.tec.agrar.tu-muenchen.de/pflanzenoel/rkstandard.html>

[VW] *Homepage of Die Vereinigten Werkstätten für Pflanzenöltechnologie* contient une liste de tarifs(liste de prix.pdf) de tous les modèles pouvant être modifiés actuellement. Liste disponible à : <http://www.pflanzenoel-motor.de/>

[VW2] *Homepage of Die Vereinigten Werkstätten für Pflanzenöltechnologie* contient une liste des points de ravitaillement en Allemagne. Disponible à : <http://www.pflanzenoeltankstellen.de/> Un autre site avec une liste similaire est disponible à : <http://www.rerorust.de>